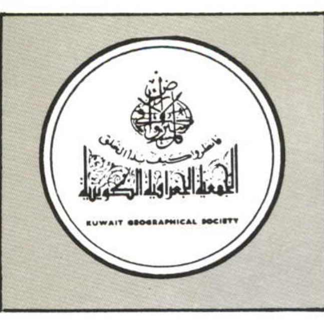
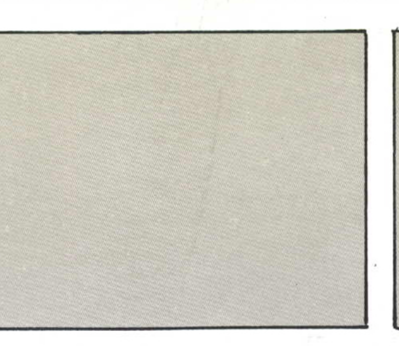






نشـرة دورية تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

أسس البحث الجمرفلوجي

مع الاهتمام بالوسائل العملية المناسبة للبيئة العربية

بقلم

الدكتور طه محمد جاد

الدكتور عبد الله يوسف الغنيم

شباط (فبراير) ١٩٧٩
ربيع الأول ١٣٩٩


٢





نشرة دورية تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

أسس البحث الجيمورفلوجي

مع الاهتمام بالوسائل العملية المناسبة للبيئة العربية

بقلم

الدكتور طه محمد جاد　　الدكتور عبد الله يوسف الغنيم



شباط (فبراير) ١٩٧٩
ربيع الأول ١٣٩٩

أسرة التحرير:

المراسلات

قسم الجغرافية — كلية الاداب — جامعة الكويت

الجمعية الجغرافية الكويتية — ص ب ١٧٠٥١ — الخالدية — الكويت

بسم الله الرحمن الرحيم

أولاً : البحث الجمرفلوجي عند الاغريق والعرب

لم يظهر علم الجمرفلوجيا كعلم متميز الا في بدايات القرن التاسع عشر ، الا أن الكثير من أفكاره الاساسية ذات اصل مبكر ، فقد بدأ التفكير في أصل ونشأة أشكال سطح الارض منذ أيام الفلاسفة القدماء .. وتميز هذا العلم يكمن في اعتماده الاساسي على الملاحظة الحقلية أو الميدانية قبل أي شيء آخر ، بحيث لا يمكن تصنيف العاملين في هذا الفرع في باب الباحثين المكتبيين .

وأي دراسة في أسس البحث الجمرفلوجي لا بد ان يسبقها تعريف بجهود القدماء لنتعرف على انجازاتهم في هذا الميدان ، وبخاصة أعمال العرب والمسلمين الذين لم تنل كتاباتهم التقدير الكافي عند الجغرافيين المحدثين ، وعلى هذا سيكون من أهداف هذا البحث ابراز الدور العربي في هذا المجال دون تحيز، أما الانجازات الحديثة في الجمرفلوجية فقد كتب فيها العديد من الكتب والابحاث الأجنبية والعربية ولهذا لم نتعرض لدور الباحثين في هذا المضمار على نحو مفصل.

وقد تضمنت المعلومات التي وردتنا عن القدماء العديد من الافكار عن اشكال سطح الارض وتبادل اليابس والماء وأسباب حدوث الزلازل والبراكين والعيون وتكوين الجبال وغير ذلك من الظاهرات الجمرفلوجية . ولو اننا تكلمنا في كل نقطة من هذه النقاط لاحتجنا الى مجال أرحب من هذا البحث المتواضع ، ولهذا اقتصرنا على موضوع واحد منها ، يلقي مضمونه الضوء على عدد من موضوعات الدراسة ، هذا الموضوع هو فكرة تبادل اليابس والماء ، وقد تتبعنا هذه الفكرة عند الاغريق والعرب ثم بينا أثرها في الفكر الجغرافي الحديث من خلال النظريات التي أسهمت تلك الفكرة في ظهورها .

فكرة تبادل اليابس والماء

كانـــت فكرة طغيـان الماء على اليابس وانحساره عنـــه ، خلال الازمنة الجيولوجية المختلفة ، من الافكار التي راودت علماء الاغريق منذ بدايات العصر الذهبي لليونان · ومن أوائل من قالوا بذلك « **زينوفان القولوفوني** » الذي عاش بين عامي ٥٧٠و٤٧٠ ق·م وكانت مدينة قولوفون ، احدى المدن الايونية ، مسقط رأس زينوفان غير أنه هجرها بعد فتح قورش لها ، وأنفق بقية حياته متجولا ممـا أكسبه معرفة واسعة ببلاد حوض البحر المتوسط ·

وأروع النصوص المنسوبة اليه في هذا الصدد قوله انه كان يوجد امتزاج بين الارض والبحر ، وان ذلك الامتزاج أخذ في التحلل عن الرطوبة على مـــر الزمن · وادلته على ذلك اكتشاف الاصداف البحرية وسط الارض وفي الجبال، ويضيف الى ذلك أنه وجدت في محاجر سراقوسة اثار سمكة وعجول البحر ،وفي باروس وجد أثر سردينة في قاع حجر ، وفي مالطة اجزاء مـــن جميع انـــواع الحيوانات البحرية ·· ثم يقول « ان هذه الاشياء تولدت حين كانت جميع الاشياء في الاصل مطمورة في الطين ، وان جميع البشر هلكوا حين اندفعت الارض نحو البحر وتحولت الى طين ثم ولد الكون مرة اخرى وحدث هـــذا التغيير لجميـــع العوالـم » ·

ويرى سارتون اننا على اساس هـــذا النص يمكن ان نسمـــى زينوفان اول جيولوجي واول عالم بالحفريات (١) ·

وذكر **ارسطو** أن سواحل البحر واطراف اليابس القاري تحدث بها تغيـرات هائلة على امتداد فترات زمنية طويلة ، واحيانا تحدث التغييرات على اثر هطول أمطار غزيرة بالغة التطرف في مقدارها ، وهـو يفترض على هـــذا الاساس ان التغيرات في سواحل اليونان نشأت عن ظاهرة الطوفان (٢)

وقد ظن الدكتور شريف محمد شريف ان الاشارة الى الطوفان فـــي نص زينوفان ، الذي كرره ارسطو فيما بعد هي تلميح الى الطوفان العظيم المنسـوب في الاديان السمـاوية الى سيدنـا نـوح (Noah's Flood) · ويبدو ان الامـر خلاف ذلك اذ يذهب القدماء الى ان هناك طوفانات متعددة ناتجة عن دورات فلكية سياتي تفصيلها بعد قليل ·

---

(١) جورج سارتون · رقم ٨ ، ص ٣٣٧·

(٢) شريف محمد شريف · رقم ٩ ، ص ٢١٧·

ويرتبط بفكرة تبادل اليابس والماء بعض الاراء التي قيلت في ظاهرة الاطماء Silting ٠ وأبرز من تكلم في هذا الموضوع هو المؤرخ اليوناني هردوت الذي عاش في القرن الخامس قبل الميلاد ، والذي قام برحلات واسعة في بلاد العراق ومصر والشام ٠ وكانت اهم ملاحظة له في مصر تتضمنها عبارته الشهيرة « مصر هبة النيل » واستطاع أن يبرهن على هذا الراي الا انه لم يستطع ان يعلل أسباب الفيضان السنوي تعليلا صحيحا ٠ وقد اشار في ملاحظاته الى رواسب الطمى السنوية والاصداف المتحجرة على التلال ، واستنتج منها ان هذه الاجزاء كانت فيما مضى مغمورة بمياه البحر ، وأن مصر السفلى (الدلتا) كانت في يوم من الايام تحت الماء ، لكن النهر أخذ يجرف معه بعض الرواسب ، وهكذا نشأت الدلتا نحو البحر (١) ودليل اخر قدمه هردوت ليثبت أن ارض مصر ارض مكتسبة هو رواسب الطمى الموجودة في قاع الشواطىء الشمالية لمصر فيقول « وهذه طبيعة أرض مصر ، عندما تبحر اليها لاول مرة وما زالت على مسيرة يوم من اليابسة فانك ستخرج طميا اذا القيت بالمسبار على عمق احد عشر باعا ٠وهذا يشير بجلاء الى أن الطبقة الطميية تمتد الى هذا الحد » (٢) ٠

وذهب هردوت الى أبعد من ذلك في بيان أثر الطمى النهري على ازدياد مساحة اليابسة حينما قدر أن النيل لو فرض وغير مجراه ليصب في البحر الاحمر لاستطاع ان يملأ ذلك البحر برواسبه : « اذا ما قدر للنهر أن يغير مجراه نحو الخليج العربي (البحر الاحمر) فماذا يمنعه ـ وهو يصب في الخليج ـ من ان ييبسه في عشرين الف عام ؟ اني شخصيا اظن انه يستطيع ردم الخليج في عشرة الاف عام ٠ فكيف اذن في العصور التي مضت قبل ميلادي لم يقدر لنهر هائل ومخصب مثل هذا أن ييبس خليجا ولو كان اكبر من هذا الخليج ؟(٣)

ويتبين من النص السابق دراية القدماء بالبعد الزمني او الوقت الطويل اللازم للعمليات الجمرفلوجية ، ويتضح أيضا ان هردوت قد اعتقد بأن النيل كان ينتهي الى خليج في شمال مصر ، وقام النهر بردم هذا الخليج بطميه ، وهو قوله «فكيف اذن في العصور التي مضت قبل ميلادي لم يقدر لنهر هائل ومخصب مثل هذا أن ييبس خليجا ولو كان اكبر من هذا الخليج ؟ »

---

(١) محمد صقر خفاجة رقم ١٧ ، ص ٨٣ ، وايضا جورج سارتون ، رقم ٨ ص ١٩٧٠

(٢) محمد صقر خفاجة ، نفس المصدر ، ص ٧٥ ٠

(٣) محمد صقر خفاجة رقم ١٧ ص ٨٣ ، وقد اشار الدكتور شريف محمد شريف الى قول هردوت هذا فذكر « أن النيل لو فرض وتحول عن مجراه بحيث ينتهي الى البحر الاحمر لاستطاع ان يملأ ذلك البحر برواسبه في أقل من مائتي الف عام » وقد اعتمدنا على النص المترجم ٠

وإذا ما انتقلنا الى الفترة العربية نجد ان العرب قد استوعبوا كل ما جاء في التراث القديم واضافوا عليه ، وقدموا بعض التطبيقات والامثلة العملية على ذلك ·

فقد نقل المسعودي (توفي ٣٤٦ هـ) عن صاحب كتاب المنطق « أن البحار تنتقل على مرور السنين وطويل الدهر حتى تصير في مواضع مختلفة ، وأن جملة البحار متحركة ، الا ان تلك الحركة اذا اضيفت الى جملة مياهها وسعة سطوحها وبعد قعورها صارت كأنها ساكنة ، وليست مواضع الارض الرطبة ابدا رطبة ،ولا مواضع الارض اليابسة أبدا يابسة ، لكنها تتغير وتستحيل ، لصب الانهار اليها وانقطاعها عنها ، ولهذه العلة يستحيل موضع البحر وموضع البر ، فليس موضع البر أبدا برا ولا موضع البحر أبدا بحرا بل قد يكون برا حيث كان مرة بحرا ، وعلة ذلك الأنهار وبدؤها ، فان لمواضع الانهار شبابا وهرما وحياة وموتا ، ونشئا ونشورا ، كما يكون ذلك في الحيوان والنبات ، غير ان الشباب والكبر في الحيوان لا يكون جزءا بعد جزء لكنها تشب وتكبر اجزاؤها كلها معا ، وكذلك تهرم وتموت في وقت واحد فأما الارض فانها تهرم وتكبر جزءا بعد جزء ، وذلك بدوران الشمس » (١)·

وقد طبق المسعودي هذه الفكرة على بلاد العراق وبين أثر الانهار في تراجع الساحل الشمالي للخليج العربي الى الجنوب ، وكذلك تغير مواضع المجاري النهرية وأثرها في اختلاف مواقع العمران·

يقول المسعودي : « وكانت سفن الهند والصين تصل الى الحيرة ، فلما انقطع الماء عن مصبه في ذلك الموضع انتقل البحر برا فصار بين الحيرة وبين البحر في هذا الوقت أيام كثيرة ، وأن من رأى النجف وأشرف عليها يتبين له ما وصفنا » (٢) ·

وعن تغير مواضع المجاري النهرية وأثرها في أختلاف مواقع العمران اشار المسعودي الى انتقال مجرى نهر دجلة شرقي بغداد في الموضع المعروف برقة الشماسية من الجانب الغربي من الضياع التي كانت بين قطربل ومدينة السلام الى الجانب الشرقي من تلك الضياع ، وذكر ان لأهل المواضع التي انتقل عنها الماء مطالبات مع أهل الجانب الشرقي الذين تملكوا في ذلك الجانب (٣)·

---

(١) المسعودي رقم ١ ، ص ٩٧ ·

(٢) ابو الحسن المسعودي ، نفس المصدر ، ص ١٠٣ ـ ١٠٤ ·

(٣) ابو الحسن المسعودي ، نفس المصدر ، ص ١٠٤ ·

ويخلص المسعودي بعد هذا البيان التطبيقي لاقوال ارسطو (صاحب كتاب المنطق) بمحاولة لقياس تلك التغيرات زمنيا ومن ثم التأكيد على العبارة الواردة في النص الاول عن تبادل مواضع اليابس والماء وحياة الانهار وموتها ٠٠يقول المسعودي : « فاذا كان الماء (في شرقي بغداد) في نحو ثلاثين سنة قد ذهب بنحو من سبع ميل (٢٨٢ مترا تقريبا) فانه يسير ميلا (١٩٧٣ مترا) في قدر مائتي سنة ٠ فاذا تباعد النهر أربعة الاف ذراع (وهي مقدار الميل) من موضعه الأول خربت بذلك السبب مواضع وعمرت مواضع ، واذا وجد الماء سبيلا منخفضا وانصبابا وسع بالحركة وشدة الجرية لنفسه ، فاقتلع المواضع من الارض من أبعد غاياتها ، وكلما وجد موضعا متسعا من الوهاد ملأه في طريقه من شدة جريته حتى يعمل بحيرات ومستنقعات ، وتخرب بذلك بلاد وتعمر بذلك بلاد ، ولا يغيب فهم ما وصفنا على من له أدنى فكر » (١)

وفي القرن الرابع الهجري أيضا كتب **اخوان الصفا** رسائلهم المشهورة في أبواب المعرفة المختلفة ، وحملت تلك الرسائل في طياتها الكثير من اراء الاغريق والرومان ٠ وأكد أخوان الصفا على فكرة تبادل اليابس والماء وما يترتب على ذلك من صيرورة مواضع البراري بحارا وغدرانا وأنهارا ومواضع البحار جبالا وسباخا واجاما ورمالا ، ومواضع العمران خرابا ومواضع الخراب عمرانا، وارجعوا كل ذلك الى سببين فلكي وجمرفلوجي :

أ ــ الفلكي :

وينشأ عن تغيرات في مواضع الكواكب تؤدي الى اختلاف في مناخ بعض المناطق على الكرة الارضية تكون نتيجته تغير احوال اليابس والماء ٠

يقول اخوان الصفا : « واعلم بأن في كل ثلاثة الاف سنة تنتقل الكواكب الثابتة وأوجات الكواكب السيارة وجوزهراتها في البروج ودرجاتها ، وفي كل تسعة الاف سنة تنتقل الى ربع من أرباع الفلك ٠ وفي كل ستة وثلاثين الف سنة تدور في البروج الاثنى عشر دورة واحدة ٠ فبهذا السبب تختلف مسامتات الكواكب ومطارح شعاعاتها على بقاع الارض واهوية البلاد ، ويختلف تعاقب الليل والنهار والشتاء والصيف عليها ، اما بالاعتدال والاستواء ، او بزيادة ونقص وافراط من الحرارات والبرودات ، واعتدال منهما ٠ وتكون هذه اسبابا وعللا لاختلاف احوال الارباع من الارض، وتغييرات اهوية البلاد والبقاع وتبديلها بالصفات من حال الى حال ٠

---

(١) أبو الحسن المسعودي ، نفس المصدر والصفحة ٠

ويعرف حقيقة ما قلنا الناظرون في علم المجسطي وعلوم الطبيعيات ، فتصير بهذه العلل والاسباب مواضع العمران خرابا ومواضع الخراب عمرانا ، ومواضع البراري بحارا ومواضع البحار براري وجبالا ·» (١)

ب ـ الجمرفلوجي :

ويكون نتيجة عمليات التعرية المختلفة التي تؤدي الى اكتمال الدورة الصخرية : « واعلم يا اخي أن الاودية والانهار كلها تبتديء من الجبال والتلال، وتمر في مسيلها وجريانها نحو البحار والاجام والغدران ، وأن الجبال من شدة أشراق الشمس والقمر والكواكب عليها بطول الزمان والدهور تنشف رطوباتها وتزداد جفافا ويبسا وتنقطع وتتكسر ، وخاصة عند انقضاض الصواعق ،وتصير احجارا وصخورا أو حصى ورمالا · ثم ان الامطار والسيول تحط تلك الصخور والرمال الى بطون الاودية والانهار ، ويحمل كذلك شدة جريانها الى البحار والغدران والاجام · وأن البحار ، لشدة امواجها وشدة اضطرابها وفورانها ، تبسط تلك الرمال والطين والحصى في قعرها سافا (طبقة) على ساف بطول الزمان والدهور ، ويتلبد بعضها فوق بعض وينعقد وينبت في قعور البحار جبالا وتلالا ، كما تتلبد من هبوب الرياح أدعاص (كثبان) الرمال في البراري والقفار ·

واعلم يا أخي انه كلما انطمت قعور البحار من هذه الجبال والتلال التي ذكرنا أنها تنبت ، فان الماء يرتفع ويطلب الاتساع ، وينبسط على سواحلها نحو البراري والقفار ويغطيها الماء فلا يزال ذلك دأبه بطول الزمان ، حتىتصير مواضع البراري بحارا ومواضع البحار يبسا وقفارا ··» (٢)

ويلاحظ أن أخوان الصفا لم يحاولوا ضرب امثلة ميدانية ، بل اكتفوا بترديد اراء السابقين ، ويرجع ذلك الى نهجهم المكتبي في الدراسة ، فلم يكونوا من الرحالة الذين مزجوا بين الدراسة العلمية والعملية مثل هردوت أو المسعودي أو من جاء بعدهما ·

وظهر في القرن الخامس الهجري ثلاثة من أفذاذ العلماء العرب الذين اثروا هذه الفكرة بما قدموه من توضيحات أو تطبيقات كانت الاساس لعدد من النظريات الحديثة ، مثل **نظرية زحزحة القارات والتوازن الارضي** · وهؤلاء العلماء هم محمد بن الحاسب الكرخي وابو الريحان البيروني وابو علي الحسين بن سينا ·

---

(١) اخوان الصفا ، رقم ٥ ، ص ٩٣·

(٢) اخوان الصفا رقم ٥ ، ص ٩٣ ـ ٩٤ ·

١ـ محمد بن الحسن بن الحاسب الكرخي :

لا نعرف عن هذا العالم سوى كونه قد عاش في القرن الخامس الهجري ولم يصلنا من كتبه غير كتابه « انباط المياه الخفية » الذي طبع في الهند سنة ١٣٥٩هـ والذي تكلم فيه عن كيفية استخراج المياه الجوفية والعلامات الدالة على وجود الماء والاجهزة الهندسية المستخدمة في بناء القنوات وما الى ذلك· وقد قدم لكتابه بمقدمة قيمة عن صفة الارض ، هي التي تهمنا في هذا المجال ·· يقول : « في الارض حركات دائمة ، منها طلب الابنية للوقوع والانهدام والميل عن سمت الاستقامة ، وكذلك الجبال والتلاع تنهار قليلا قليلا وتتفتت طلبا للمركز ·والارض الرخوة في تربتها حركة دائمة ، وهي طلب اجزائها الصلابة باعتماد بعضها على بعض ·

واعظم هذه الحركات المذكورة انتقال المياه العظيمة وجريان الاودية القوية من أرض الى أرض في الازمنة الطويلة ، فاذا اجتمعت موادها في ناحية من نواحيها وارتفعت حتى بعد سطحها من المركز وساوى ذلك بعد الوضع المحاذي له الذي يقابله ، ثم بعد المساواة زاد عليه ، تحركت الارض طلبا للمعادلة المذكورة ، فتتغير لذلك عروض البلاد ومطالعها وأنصاف نهارها ، ويعتبر ذلك سبب انتقال البحار وظهور عيون وغيض عيون · ولا يكون ذلك دفعة واحدة في ساعة واحدة بل يكون على التدريج كانتقال العمارات من أرض لارض ·

ويجوز على مذهب من جعل سبب الخراب في الجنوب مسامتة حضيض الشمس له وان انتقال العمارة الشمالية الى ناحية الجنوب يكون بانتقال الاوج الى مسامتتها ، وذلك يكون في ثمانية عشر الف سنة، وهو الزمان الذي ينتقل فيه الاوج الى موضع الحضيض على مذهب بطليموس لان مسيره في كل مائة سنة درجة واحدة والله اعلم بذلك » (١) ·

ويلاحظ ان الكرخي قد بين في نصه السابق بوضوح تام فكرة التوازن الارضي Isostasy التي لم تعد مجرد نظرية قد يشك في صحتها ، بل اصبحت ظاهرة حقيقية استطاع العلماء ان يسجلوها في كثير من جهات العالم · فقد اشار الكرخي الى الدورة التضاريسية التي تنتهي عند اكتمالها بما يعرف بشبه السهل Penpeplane ثم تتلوها عملية اعادة التوازن الارضي (Isostatic readjustment) (٢) فتبعث التضاريس من جديد لتبدأ دورة تضاريسية اخرى ·

---

(١) ابو بكر الكرخي ، رقم ٣ ، ص ٩ ·

(٢) « هولمز » رقم ٢٧ ، ص ٣٢ ·

٢ـ ابو الريحان البيروني :

جمع البيروني بين اطراف الفكر الجغرافي نتيجة سعة اطلاعه واتقانه لعدد من اللغات كاليونانية والسريانية والفارسية والعربية والسنسكريتية ، وتتفوق اراؤه في الجغرافية الطبيعية على آراء كثير من الجغرافيين العرب الذين كتبوا في هذا المجال · وقد درس البيروني آراء السابقين حول فكرة تبادل اليابس والماء وحاول ان يربط بين المعرفة النظرية والعملية ، ويتجلى ذلك في نصين من أهم النصوص المنسوبة اليه ، اولهما يتعلق ببادية العرب في شمال شبه الجزيرة العربية ، ويتعلق الثاني بتفسيره لاصل سهول الهند الممتدة جنوب الهملايا ·

أ ـ « ينتقل البحر الى البر ، والبر الى البحر في أزمنة،ان كانت قبل كون الناس في العالم فغير معلومة ، وان كانت بعده فغير محفوظة ، لأن الأخبار تنقطع اذا طال الامد عليها ، وخاصة في الاشياء الكائنة جزءا بعد جزء ، بحيث لا تفطن لها الا الخواص · **فهذه بادية العرب ، وقد كانت بحرا فانكبس حتى أن آثار ذلك ظاهرة عند حفر الابار والحياض بها ، فانها تبدي اطباقا من تراب ورمال ورضراض ، ثم فيها من الخزف والزجاج والعظام ما يمتنع أن يحمل على دفن قاصد اياها هناك ، بل تخرج منها أحجار اذا كسرت كانت مشتملة على اصداف وودع وما يسمى آذان السمك ، اما باقية على حالها واما بالية قد تلاشت وبقي مكانها خلاء متشكلا بشكلها** » ·(١)

ب ـ « وارض الهند من تلك البراري يحيط بها من جنوبها بحرهم المذكور (المحيط الهندي) ومن سائر الجهات تلك الجبال الشوامخ ، واليها مصاب مياهها **بل لو تفكرت عند المشاهدة فيها وفي احجارها المدملكة الموجودة الى حيث يبلغ الحفر ، عظيمة بالقرب من الجبال وشدة جريان مياه الانهار ، وأصغر عند التباعد وفتور الجري ، ورمالا عند الركود والاقتراب من المغايض والبحر ، لم تكد تصور أرضهم الا بحرا في القديم وقد انكبس بحمولات السيول** »(٢)·

ويبدو من النصين السابقين اعتماد البيروني على الدراسة الميدانية بصورة لا تقبل الجدل ، فقد اتخذ ادلته في النص الاول من المستحجرات البحرية أو نماذجها الداخلية التي توجد عند حفر الابار في شمال الجزيرة العربية ، ومعلوم أن المنطقة المذكورة كانت مغمورة بمياه بحر قديم أطلق عليه الجيولوجيون اسم بحر تتس أما النص الثاني فقد اتخذ أدلته من الارسابات النهرية ، من

---

(١) نفيس احمد ، رقم ١٩ ص ٦٨ (والنص من حاشية المترجم)·

(٢) ابو الريحان البيروني ، رقم ٢ ص ١٥٧ ·

حيث سمكها وشكلها وتدرج احجامها بين اعالي الاودية ومصباتها ، ولم نجد هذين النصين الا عند البيروني ·

٣ـ الشيخ الرئيس ابو علي الحسين بن سينا :

اشتهر ابن سينا بأبحاثه الفلسفية والطبية ، غير أن شهرته في الأبحاث الطبيعية لا تقل شأنا عن حذقه في الفلسفة والطب ، ويدل على ذلك اشارات الجمرفلوجيين المحدثين اليه في معظم كتاباتهم عن تاريخ ذلك العلم ، ويعود ذلك الى آرائه المتقدمة في الجمرفلوجية ، تلك الآراء التي كانت من الاسس التي اعتمدت عليها احدى النظريات المهمة في عصرنا الحاضر وهي نظرية زحزحة القارات ·

يقول ابن سينا : « **ونحن نعلم باقوى حدس ان ناحية الشمال كانت مغمورة بالماء حتى تولدت الجبال ، والان فان البحار جنوبية ، فالبحار منتقلة** ، وليس يجب ان يكون سبب انتقالها محدودا ، بل يجوز فيه وجوه كثيرة ، بعضها يؤذن بانقطاع العمارة فيشبه ان تكون في العالم قيامات تتوالى في سنين لا تضبط تواريخها » (١) ·

ومن الواضح ان فجنر Wegner في نظريته الخاصة بزحزحة القارات يتفق مع ابن سينا في فرضه الاول القائل بأن الكتلة القارية القديمة (بنجايا Pangaea) كانت موجودة في نصف الكرة الجنوبي ، وأن النصف الشمالي كان مغمورا بالماء ، واختلف الاثنان في طبيعة الحركة التي ادت بتلك الكتلة الى ما هي عليه الان في النصف الشمالي من الكرة الارضية ، فرأى فجنر أن ذلك يرجع الى انتقال اليابس نفسه او زحزحته الى الشمال ، وخصوصا المعمور القديم المعروف في زمن ابن سينا · وكانت هناك زحزحة نحو الغرب يمثلها انفصال الامريكتين عن جسم الكتلة وحركتها نحو الغرب ·

ويرى فجنر أن القوى التي سببت الحركة هي قوى الجذب التفاضلية (Differential gravitation forces) (٢) أما ابن سينا فيعتقد ان ذلك يرجع الى انتقال الماء أو البحار من جهة الى أخرى ، ويعزو ذلك الى حدوث ما يسميه « بالطوفان » وهو غلبة أحد العناصر الاربعة على الربع المعمور كله او بعضه أو كون أحد العناصر غالبا بهذه الصفة ، على حسب ما يرى أهل اللغة استعماله عليه ، والاعرف عند الجمهور من أمر الطوفانات هو ما كان من الماء وكأن هذا الاسم انما وضع لهذا المعنى ·

---

(١) ابن سينا رقم ٤ ، ص ٧٦ ·

(٢) وولدج ومورجان ، رقم ٤١ ، ص ٣٩·

ويرى ابن سينا « أن الطوفانات ترجع الى اسباب فلكية وهو اجتماعات من الكواكب على هيئة من الهيئات توجب تغليب احد العناصر في المعمورة ، قد عاونتها أسباب أرضية واستعدادات عنصرية · فالمائية منها قد تقع من انتقالات البخار على صقع كبير دفعة لاسباب عظيمة مفرطة تقع للهواء الى المائية· والنارية تعرض من انتقالات الرياح العاصفة وهذه أشد انتشارا ، والارضية تعرض لسيلان مفرط يقع من الرمال على براري عامرة او لكيفية تسيل ارضية باردة مجمدة مما حدثنا عنه · والهوائية تقع من حركات ريحية شديدة جدا مفسدة ·

ومما يقنع في وجود هذه وحدوثها كثرة الاخبار المتواترة في حديث طوفان الماء ، ومما يقنع في اثبات ذلك ان الاشياء القابلة للزيادة والنقصان والقلة والكثرة ، وان كان اكثر الوجود فيها الوجود المتوسط بين طرفي الافراط والتفريط وما يقرب منه ، فان طرفهما لا يخرج عن حد الامكان ، وكما يتفق كثيرا ان تاتي على بقاع عظيمة من المعمورة فلا يكون فيها مطر البتة ، وذلك في جانب النقصان، وكذلك قد يفرط المطر دفعة واحدة ، ويستحيل الهواء دفعة اذا كان ما بين هذه الأوساط مختلفا بالزيادة والنقصان وكذلك في سائر الطوفانات » (١)

ونجد في كتابات ابن سينا مجموعة من النصوص التي تضيف الكثير الى ما ذكره بشأن انتقال اليابس والماء ، وكل نص من تلك النصوص يزيد تلك الفكرة ايضاحا وتفسيرا · ويؤكد في جميعها على عنصر الزمن وأن ذلك يتم ببطء وعلى مدى فترات طويلة ، ومن تلك النصوص :

أ ــ ويجوز أن يعرض للبحر أيضا أن يفيض قليلا قليلا على بر مختلط سهل وجبل ثم ينضب عنه ، فيعرض للسهل منه أن يستحيل طينا ولا يعرض ذلك للجبل واذا استحال طينا كان مستعدا لان يتحجر عند الانكشاف ويكون تحجره تحجرا سافيا قويا ، واذا وقع الانكشاف على ما تحجر ، فربما كان المتحجر القديم ــ في حد ما ــ استعد للتفتت ، ويجوز أن يكون ذلك يعرض له عكس ما عرض للتربة من ان هذا يرطب ويلين عودا ويعود ترابا وذلك يستعد للحجرية ، كما اذا نقعت آجرة وترابا وطينا في الماء ثم عرضت الآجرة والطين والتراب على النار ، عرض للآجرة أن زادها الاستنقاع استعدادا للتفتت بالنار ثانيا ، وللتراب والطين استعدادا لاستحجار قوي ·

ب ــ ويجوز أن ينكشف البر عن البحر ، وكل بعد طبقة (كذا) ، وقد يرى بعض الجبال كأنه منضود سافا فسافا ، فيشبه أن يكون ذلك بأن طينتها في وقت

---

(١) ابن سينا ، رقم ٤ ، ص ٧٥ ــ ٧٦ ·

ما كذلك سافا فسافا بان كان ساف ارتكم أولا ، ثم حدث بعده في مدة أخرى ساف آخر فارتكم ، وكان قد سال على كل ساف جسم من خلاف جوهره ، فصار حالاً بينهوبين الساف الآخر ٠ (١)

جـ ـ فالجبال تكونها من احد أسباب تكون الحجارة ، والغالب أن تكونها من طين لزج جف على طول الزمان ، تحجر في مدد لا تضبط ، فيشبه أن تكون هذه المعمورة قد كانت في سالف الايام غير معمورة بل مغمورة في البحار ، فتحجرت ، اما بعد الانكشاف قليلا قليلا في مدد لا تفي التاريخات بحفظ أطرافها، واما تحت المياه لشدة الحرارة المحتقنة تحت البحار ، والاولى أن يكون بعد الانكشاف وأن تكون طينتها تعينها على التحجر ، اذ تكون طينها لزجة ، ولهذا ما يوجد في كثير من الاحجار اذا كسرت أجزاء الحيوانات المائية كالاصداف وغيرها ٠ (٢)

ومما تقدم يمكن أن نخلص الى النتائج التالية :

١ ـ اعتقاد اليونان والعرب بوجود دورة فلكية تؤدي الى تغيرات مناخية يتبادل بموجبها اليابس والماء ، ولا يمكن باي حال أن ناخذ بآرائهم في هذا المجال، فلا يعقل أن يحصل ذلك التغيير في الزمن القصير الذي لا يمكن أن يقاس بالازمنة الجيولوجية الطويلة ، على أن ذلك الزمن يعتبر طويلا بالنسبة لمعرفتهم المحدودة بعمر الارض ٠

وتنبغي الاشارة الى ان آراء أولئك العلماء في تبادل اليابس والماء تطابق بعض ما قيل في نظريات أسباب تكون الجليد في الزمن الرابع ، وبخاصة القول باحتمال حدوث تغييرات طارئة في حركة كوكب الارض ، وكذلك التغير في تركيب عناصر الجو ، وهو ما عبر عنه ابن سينا بغلبة « أحد العناصر الاربعة على الربع المعمور كله أو بعضه » ٠ ومعلوم أن فترات تقدم الجليد التي حدثت خلال البلايستوسين قد أحدثت بعض التغيير في توزيع اليابس والماء ، يدل عليه مجموعة من البحيرات التي اكتشفت آثارها في الصحاري العربية ٠

٢ ـ بين العرب اثر الدورة الصخرية في تبادل اليابس والماء ، ومن خلال كلامهم عن تلك الدورة يتبين مدى فهمهم لها ، ويتمثل ذلك في نص المسعودي « فان لمواضع الانهار شبابا وهرما وحياة وموتا ٠٠ الخ » ومن الواضح انه

---

(١) ابو علي بن سينا ، نفس المصدر ، ص ٨ ـ ٩ ٠

(٢) ابو علي بن سينا ، نفس المصدر ، ص ٧ ٠

يقصد بمواضع الانهار الاودية النهرية ·وجاء اخوان الصفا والكرخي فزادوا نص المسعودي ايضاحا فقد بين الكرخي بايجاز ووضوح العلاقة بين مجموعتي العمليات الداخلية والخارجية من حيث تضافرها في حفظ الصلة بين التضاريس الموجبة والتضاريس السالبة ، وهو ما يطلق عليه الجغرافيون المحدثون اسم « ظاهرة التوازن الارضي » ، وقد نص الكرخي ـ مثلا ـ على أن العمليات الداخلية تتدخل كلما زادت العمليات الخارجية من ردمها للتضاريس الأرضية عن مستوى محدد عبر عنه بكلمة « المساواة » ·

٣ ـ الاطماء النهري وأثره في تقدم مصبات الأنهار من الظاهرات التي شغلت العلماء منذ أيام الاغريق ، ويتمثل ذلك في نصوص هردوت عن نيل مصر واعتقاده بوجود خليج في موضع الدلتا قام النهر بردمه برواسبه ، وكذلك في قياسه لسمك الطمى عند الساحل الشمالي لمصر · وفي الفترة العربية نجد نصوص المسعودي عن تقلص الساحل الشمالي للخليج العربي نحو الجنوب بفعل الارساب النهري تشابه بعض النظريات التي قيلت في هذا الموضوع في عصرنا الحاضر (١) · وبين البيرونى أثر المجاري النهرية المنحدرة من جبال هملايا في تكوين سهول الهند ·

٤ ـ لم يقتصر العرب على الامثلة التطبيقية ، التي هي بلا شك ناتجة عن دراسة ميدانية للمنطقة محل البحث ، بل عززوا ذلك ببعض التجارب المعملية ، كما فعل ابن سينا في فكرته عن تكوين الجبال « كما اذا نقعت آجرة وترابا وطينا في الماء ثم عرضت الآجرة والطين والتراب على النار عرض للآجرة أن زادها الاستنقاع استعدادا للتفتت بالنار ثانيا ، وللتراب والطين استعدادا لاستحجار قوي » فالآجرة هي الصخور والجبال القديمة والماء بمثابة البحار والمحيطات والنار بمثابة أشعة الشمس واثرها الحراري · وقد اثبت بذلك فكرته اثباتا علميا جيدا ·

٥ أدرك ابن سينا فكرة تغيرات ما بعد الترسيب Post depositional changes وهى اللازمة لتحويل الرواسب الى صخر واعطاه الزمن الذي يستحقه (٢) · كما استخدم ابن سينا والبيروني الأخافير البحرية (الحفريات) استخداما صحيحا للدلالة على تبادل اليابس والماء ·

---

(١) انظر على سبيل المثال ابحاث ليزفالكون وكيرتس لارسين ، رقم ١٦ ·

(٢) على السكرى رقم ١٢ ، ص ٠٣١

٦ ـ وصف اخوان الصفا وابن سينـــا قانون « تعاقب الطبقات Law of Superposition of Strata » بمنتهى الوضوح ، ويتمثل ذلك في قول ابن سينا « بأن يكون ساف ارتكم أولا ثم حدث بعده في مدة اخـــرى ساف آخر فارتكم والساف هو الطبقة .

٧ ـ نص هردوت ومعظم العلماء العرب على عنصر الزمن ، فالتضاريس الناتجة عن العمليات الخارجية تحتاج الى وقت طويل وتدل على هذا بوضـوح عبارات البيرونى وابن سينا في النصوص السابقة .

٨ ـ من الواجب تحديد قيمة الاضافات العربية واعطاؤها حقها المفروض عند كلامنا عن تطور الجمرفلوجية وخاصة أن الكثير من الافكار التي عرضهـا العرب كانت أساسا لبعض النظريات الهامة التي ما زالت تلقى قبولا كبيرا فـي الأوساط العملية ، ذكرنا منها مثلا نظرية زحزحـــة القـارات ونظريـة التوازن الأرضي ، واذا علمنا أن أحد الأسس المهمة التي قام عليها عصر النهضة هـو ترجمة التراث القديم اليوناني والعربي ، بل ان اللغة العربية كانت لغـة العلماء في أوروبا ابتداء من القرن الحادي عشر الميلادي ، لو علمنا ذلك لاتضح لنا أن علماء أوروبا في بدء عصر النهضة لابد انهم قرأوا كتابات المسعودي والكرخي والبيروني وابن سينا وأن النظريتين المشار اليهما قد اعتمدتا أساسا على تلـك الافكار العربية ، ومع هذا فان معظم الكتابات الاوروبية تبخس العـــرب حقهم العلمي .

ثانيا : أسس البحث الجمرفلوجي الحديثة

ليس هناك اتفاق تام في التعريف والتعريب على المقصود بالكلمات الافرنجية « "technique, method, approach"، فهنالك خلط بين هذه المصطلحات الثلاثة وخاصة بين الاول والثاني سواء في الكتابات الافرنجية أو العربية · ونذكر على سبيل المثال أن « ك· كنج » قد استعملت كلمة method كمرادف لكلمة approach (١) · وغني عن الذكر أن كتابها "Techniques in Geomorphology" ، لا يتضمن وسائل البحث فقط وانما يتضمن بعض ما يمكن تسميته بطرق البحث · ومن المعروف كذلك انه على حين توجد كلمة methodology التي تعني فلسفة او علم المناهج فلا يوجد للكلمتين الاولى والثانية اشتقاق مماثل في اللغة الانجليزية ·

وبالرغم من بعض الاختلاف في التعريف والتعريب للكلمات الافرنجية الثلاث السابقة فان كثيرا من الباحثين يميلون الى جعل كلمة approach أوسع مضمونا من الكلمتين الأخريين ، كما يميلون الى جعل كلمه method أوسع مضمونا من كلمة technique · وفى ضوء ذلك نميل الى تعريب الكلمة الاولى بكلمة منهج والكلمة الثانية بكلمة طريقة ، والكلمة الثالثة بكلمة وسيلة · أما كلمة أداة التي قد ترد الى الذهن فيستحسن تركها للكلام عن أدوات او أجهزة البحث نظريا كان أو عمليا ·ومع ذلك فقد يكون من الممكن أحيانا استعمال الكلمتين الاولى والثانية بنفس المعنى ولكن من المستحسن أن يكون ذلك في أضيق الحدود· أما الكلمة الثالثة فهي أكثر تحددا كما سيتضح بعد قليل ·

ومما يذكر أن معظم فروع الجغرافية وخاصة الجمرفلوجية لا تقوم فقط على البحث النظري ولكنها تقوم في كثير من بحوثها على الدراسة الميدانية · وفضلا عن أن الجمرفلوجية تتطلب عادة دراسة ميدانية مكثفة فهي تقوم ايضا على جوانب عملية أخرى كفحص الخرائط والصور الجوية باستعمال أجهزة وأدوات مختلفة · هذا بالاضافة الى التحليلات المعملية للصخور والمفتتات ، فضلا عن استعمال النماذج models في بعض البحوث · ونظرا لكل ذلك فالجغرافية وخاصة الجمرفلوجية صارت أخيرا في حاجة الى توضيحات او حتى تقسيمات

---

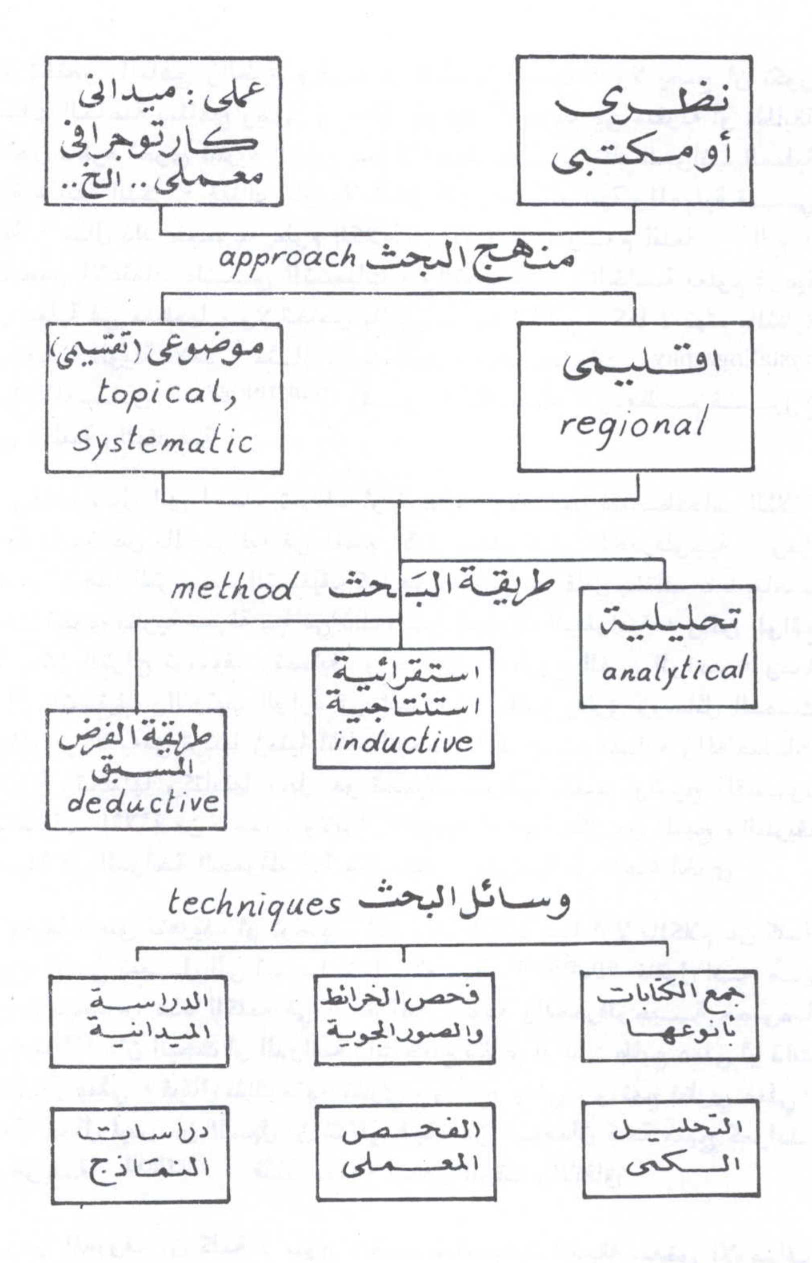
(١) « كنج » ، رقم ٢٩ ، ص ٢٠ ، ٢٦ مثلا ·

جديدة تختص بالمناهج والطرق والوسائل المناسبة للبحث · ولا يصح أن تكون التسميات الخاصة بمناهج وطرق ووسائل البحث الجمرفلوجى منقولة أو مطابقة لما يختص بعلوم أخرى نظرية الطابع مما لا تعتمد علـــى تلك الجوانب العملية البارزة سابقة الذكر · فهناك علوم لا تدخل الجوانب الميدانية والمعملية فـــي بحوثها · مثال ذلك مجموعة علوم الكلام ، والاقتصاد ، وعلوم اللغة ·· الخ · كما لايصح الاعتماد علـــى التسميات « والتوصيفات » الخاصة بعلوم فرعية أخرى عملية في معظمها ، ولا تختص بالتوزيـــع المكاني ، كما لا تهتم بالنظرة التاريخيـــة طويلة الامد · مثـال ذلـك عـلـم البلـــورات crystallography وعـلـم المعـادن mineralogy وفـــروع الكيميـاء ، ومعظـــم فـــروع العلوم الطبية والهندسية ·

وهكذا نميل الى اعطاء تعريف أو توصيف وتصنيف للمصطلحات الثلاثة السابقة لما يختص بالجغرافية في المقام الأول وخاصة في الجمرفلوجية · ومن الصحيح أن هذا التوصيف والتصنيف كما هو موضح بعد قليل يختلف عما يناسب دراسات أخرى نظرية صرفة بما في ذلك بعض البحوث الجغرافية · ولكن الواقع انه لا يمكن اقتراح توصيف وتصنيف واحد يناسب فروع الفرع الواحد · ومما يذكر أن التصنيف والترتيب الوارد في شكل (١) لمناهج وطرق ووسائل البحـث الجمرفلوجى لا يعنى ترتيبا زمنيا أثناء البحث عنـد جمـع المـادة والملاحظـات وتصنيفها وتحليلها وكتابتها ، بل هو تصنيف وترتيب بقصد توضيح المقصـود بالمصطلحات الثلاثة من ناحية ، ولابراز الأهمية النسبية لكل من المنهج والطريقة والوسيلة في الدراسة الجمرفلوجية ككل بنظرة جغرافية من ناحية أخرى ·

وفيما يتعلق بتعريف او توصيف المفردات الثلاث نبدأ اولا بالكلام عن كلمة « منهج » التـي نميـل الى أنهـا تناظر كلمـة approach فنقول انـه مـن المقترح أنتخصص هذه الكلمة في الجغرافية عموما والجمرفلوجيـــة خصوصا للكلام عما اذا كان البحث أو الدراسة ذات طابع نظري أو ذات طابع عملي أو ذات طابع نظري عملي · فيقال بذلك منهج نظري ، ومنهج عملي ، ومنهج نظري عملي · وبطبيعة الحال ليس من السهل أن نتخلى فجأة عن استعمال كلمة منهج كمرادف لكلمة طريقـة method فذلك يحتاج لبعض الوقت والاتفاق ·

ومن المعروف ان كلمة « منهج » قــــد اصبحت لصيقة ببعض الاوصاف الاخـــرى فيقـال منهج اقليمـــــي ، ومنهـج موضـــوعي topical, systematic بـل يقـــال كذلـك منهـــج استقرائـي استنتاجـــي inductive ، ومنهـج تحليلي ·· الخ بل قد يسمى المنهج أحيانا بحسب موضوع دراسي على غرار ما ذكره « سمول » كعنـوان هو منهج تطـور السفـــوح slope evolution approach



شكل (١) تصنيف وترتيب مبسط لأسس البحث
الجمرفلوجى بحسب أهمية كل منها للدراسة الجمرفلوجية
كما فى نظر الكاتبين .

ومنهـــج العمليـــة والشكـــل process-form approach (١) · الا انـــه يبدو من الأنسب أن تقتصر كلمة منهج على ما سبق ذكـره مـن حيث أن البحث عملي أو نظري أو عملي نظري ، بالاضافة الى امكان استمرار مصطلحي المنهج الاقليمي والمنهج الموضوعي نظـرا لشدة انتشار هاتين التسميتين من ناحية ، ونظرا للفرق الواضح بين البحث في الحالتين ·

أمـا « طرق البحث » فنميـل الى انهـا تناظر مصطلح research methods ومن المستحسن أن تقتصر على ما يسمى أحيانا بالمنهج أو الطريقة الاستقرائيـة الاستنتاجيـة inductive، ومنهج او طريقـة الفرض المسبـق deductive والمنهـج التحليلي analytical ، وذلـك بحيث يكتفي بكلمة طريقة ويستغنى عن كلمة منهج في هذه الحالات الثلاث · ففـــي الاعتقاد ان كلمة منهج اوسع مضمونا من كلمة طريقة · والصفات الثلاث السابقة (inductive, deductive, analytical) تبدو كأوصاف ثانوية لطبيعة البحوث الجمرفلوجيـة مقـارنـة بالأوصاف الرئيسية كوصف البحث بأنه نظري ، أو عملي ، أو نظري عملـي · ومن ثم فلعله من المستحسن أن يقال الطريقة الاستقرائية الاستنتاجية وطريقـة الفرض المسبق والطريقة التحليلية · هذا مع العلم بأن ذلك قد لا يكون مقنعا لغير الجغرافيين · والسبب في ذلك مرة أخرى هو عدم اتصاف بحوث أخرى كثيـرة نظرية غير جغرافية بالطابع العملي الذي يشكل في نظرنا وصفا رئيسيا لطبيعـة البحث او الدراسة الجمرفلوجية ·

أما وسائل البحث فيقصد بها الاجراءات التفصيلية التي تتبع في خطوات البحث او الدراسة وخاصة استعمالات الادوات والاجهزة · وهناك من الوسائل ما يستعمل طوال مدة البحث · ومما يدخل ضمن الوسائل جمـــع ما سبق من كتابات وبحوث على أساس او مجموعة أسس مما هو متبـــع ، وكذلك تحليل الخرائط والصور الجوية ، وجمع بيانات ميدانية عن طريق الاجهزة ، والفحص المعملي للعينات، واجراء التجارب والدراسات بالنماذج، واستعمال أسس التحليل والتعبير الكمي · ومن الواضح أن وسائل البحث مصطلح اكثر تحددا ووضوحا من بين المصطلحات الثلاثة ·

والى جانب ما سبق ذكره فهنالك بضع ملحوظات ينبغي ابرازها ، وهي :

١ ـ هناك كلمات افرنجية اخرى عديدة للكلام عن وسائل وطرق ومناهـــج البحث ولكنها أقل انتشارا مما أورد من قبل · من هذه المصطلحات مثلا مناهـــج او طـــرق توصـف بأنهـــا qualitative (كيفيـــة) ، أو empirical (تجريبيـــة) ، او rational (ذات منطـــق سببي) ، أو descriptive

---

(١) انظر « سمول » ، رقم ٣٧ ، ص ١٩٥ ، ١٩٧ ·

(وصفية) . بل هناك تسميات للمناهج بحسب موضوع البحث او مجاله مثل وصف المنهج بأنه ديناميكي dynamic أو توزيعي areal ، او تعاقبي (تاريخي) chronological historical ، وغير ذلك من الاوصاف التي اوردها « سمول » مما ذكر منذ قليل .

٢ ـ من الممكن ان يسمى منهج البحث بما لا يتفق والتبسيط السابق وذلك بحسب أهم سمات البحث أو أهم الطرق أو الوسائل التي اتبعت . فيقال مثلا منهج كمي (كما يقال طرق كمية) مع ان الجانب الكمي في الدراسة الجغرافية والجمرفلوجية هو وسيلة بحث أو مجموعة وسائل وان كانت نظرية أو مكتبية . كذلك يمكن أن يقال منهج ميداني اذا كانت الدراسة الميدانية هي عماد البحث .

٣ ـ هناك من وسائل البحث كما المحنا من قبل ما يتبع فقط في جمع المادة، وهناك ما يتبع خلال اكثر من مرحلة ، وهناك ما يستخدم في المراحل الاخيرة فقط .فتحليل الخرائط الكنتورية والجيولوجية مثلا يتم عادة في المراحل الاولى فقط بينما تحلل الصور الجوية في المراحل الاولى ثم يمكن الرجوع اليها اثناء وبعد الدراسة الميدانية . أما استعمال الكمبيوتر مثلا ، والتمثيل الكارتوجرافي للنتائج فعادة ما يكون في المراحل الاخيرة . ويتوقف نوع وعدد وسائل البحث المختلفة ومراحل استخدامها على امور كثيرة من بحث لاخر بحيث لا يسهل عمل خطة زمنية تناسب جميع البحوث .

٤ ـ في البحوث الكبيرة كالرسائل العلمية من الممكن بل من المستحسن ان يتم الجمع بين اكبر عدد ممكن من وسائل البحث التي تزيد من المادة المتجمعة لدى الباحث ومن الوسائل التي تساعد على دقة التحليل . ويمكن أحيانا بل يكون مفضلا أن يتم الجمع بين طريقة بحث ومنهج اقليمي او موضوعي اقليمي في تنسيق المادة وعرضها للقارىء بصورة منظمة . ويفضل اختيار الطريقة التحليلية الى جانب اي من المناهج المذكورة لما لها من مزايا اكاديمية ، ولو أن ذلك فيه مجهودا اكبر .

٥ ـ اما في البحوث الصغيرة التي تتناول جانبا دقيقا او ظاهرة جمرفلوجية محددة فمن المتوقع ان تقل وسائل البحث نظرا لقلة التنوع وقلة التعقيد نسبيا . وعادة ما يكتفى بطريقة واحدة نظرا لصغر البحث وقصر الوقت المخصص له عادة . ويتوقف المنهج العام للبحث من حيث كونه نظريا او عمليا او نظريا عمليا على طبيعة الموضوع وامكانية ممارسة الجانب العملي .

وفي ضوء ما تقدم فيمكن تعريف المنهج بأنه الطابع العام او الرئيسي لكيفية الدراسة أو البحث . ونظرا للتفاوت بين الدراسات والبحوث من حيث مقياس الدراسة ووسائل البحث وطريقة عرض الدراسة والنتائج للقارىء ، فقد

ظهرت عدة مسميات للمناهج كما تظهر بعض التسميات الجديدة لمناهج البحث بتطور العلوم وطرق ووسائل البحث ·

ومما ينبغي توضيحه أن البحث أو الدراسة من الممكن أن يوصف من حيث المنهج بأكثر من وصف · فيمكن القول مثلا منهج تحليلي كمي ، أو منهج تحليلي اقليمي ، او منهج تحليلي تقسيمي ، او منهج تحليلي تقسيمي كمي وهكـــذا · والحقيقة انه لم يعد من السهل وصف المنهـج الذي يتبع فـــي معظـم الدراسات والبحوث الجغرافية بما في ذلك البحوث والدراسات الجمرفلوجية بوصف واحد في أغلب الحالات ·

كما ينبغي أن نوضح أن ما كان يعرف بالمنهج الوصفي descriptive قد تلاشي تقريبا في الدراسات الجغرافية عامة والجمرفلوجية خاصة · ذلـك أن مقدار التحليل والتعليل في اغلب الدراسات والبحوث ، وبخاصة ما يكرس لتبين العوامل أو المتغيرات التي ساهمت في ايجاد الظاهرة اصبح كافيا لالغاء الوصف بالمنهج الوصفى · وهذا لا يعني بطبيعة الحال أن يخلو البحث أو الدراسة مـن الوصف · فان الوصف هو الخطوة الاولى والاساسية فـــي معرفة خصائص الظاهرة الجمرفلوجيـــة · ولا عجب أن يكون الوصف كميا مثـــلا · أوكميا كرتوجرافيا ·

ومن الواضح أن وصف منهج دراسة او بحث جمرفلوجي ما بوصف معين قد يختلف فيه اكثر من شخص اختلافا ما نظرا لامكان اتصاف البحث أو الدراسة بأكثر من صفة · ولكن لا ينبغي أن يكون هناك خـــلاف على الصفة الاولـى أو الغالبة للبحث أو الدراسة ·

ومن الواضح أن معظم البحوث الجمرفلوجية تجمع عادة بين المنهج النظري والمنهج العملي · وليس في الامكان أن نتصور بحثا جمرفلوجيا نظريا صرفـــا أو بحثا عمليا صرفا الا فيما ندر · فبعض البحوث النظرية التي لا يبرز فيهـــا الطابع العملي تقوم أحيانا على خلفية عملية قد لا تظهر في البحث مباشرة · وقد تكون هذه الخلفية مستقاة من ممارسات شخصية سابقة أو بالاطلاع · كذلك هناك من البحوث النظرية كالمعـــادلات الرياضيـــة الطبيعية ، والنظم systems مما قد يكون ذا فائدة للجمرفلوجية ولكن هذه في الحقيقة ليست بحوثا جمرفلوجية من الطراز الاول ، وينبغي أن تقارن بالملاحظات الميدانية او المعملية المناسبة ·

والى جانب هذا فمن الملاحظ أن معظم الدراسات الجغرافية بما فـــي ذلك الدراسات الجمرفلوجية لا تخرج عن الوصف اما بأنها ذات منهج اقليمي او ذات منهـــج تقسيمـــي topical, systematic · ولكـن تضـاف الى اي مـــن

الوصفين عادة أوصاف أخرى بحسب أوضح سمات وطرق ووسائل البحث أو الدراسة التى اتبعت · ومما يذكر انه يمكن الجمع بين المنهجين التقسيمي والاقليمي في دراسة لمنطقة واحدة · اذ يصعب على الباحث ، كما يصعب على القارىء ، تتبع الاوصاف والتحليلات المختلفة على أساس اقليمي قبل اعطاء جانب تقسيمي من الدراسة يتناول العناصر الجمرفلوجية في المنطقة موضع الدراسة ·

ولسنا بصدد الكلام عن جميع الأوصاف التي يمكن أن تضاف الى بعض الاوصاف السابقة · الا انه مما ينبغي توضيحه ان المنهج قد يوصف كوصف رئيسي او ثانوي بحسب طريقة او وسيلة البحث · ولهذا فقد شاع في العقدين الاخيرين ما يعرف أحيانا بالمنهج الكمي quantitative · وهو المنهج الذي تتبع فيه الوسائل الكمية في معالجة المنطقة او العنصر مجال الدراسة · وهذا مما يوضح أنه يمكن اعطاء اكثر من وصف للمنهج المتبع · ذلك أن المنهج يمكن ان يوصف مثلا بحسب خطة الدراسة او بحسب عرض الموضوع وكذلك بما يتخلله من طرق بحث منها الطرق الكمية ·

ومن الغريب انه لم يبرز جيدا ضمن تسميات المناهج في الجغرافية عامة وفي الجمرفلوجية خاصة ما يصح تسميته بالمنهج الميداني ولا حتى المنهج العملي على غرار تسميات أخرى كالمنهج الاستقرائي على سبيل المثال ·فاذا كان البعض قد وصف بعض الدراسات بحسب احدى طرق البحث وهي مجموعة الوسائل الكمية فمن الاولى أن يوجد وصف هو المنهج الميداني ، فالدراسة الميدانية ليست موضوعا دراسيا ولكنها استعمال مجموعة من وسائل وطرق البحث قد تتضمن بعض الطرق الكمية ذاتها · وقد يقول قائل انه قياسا على ذلك يمكن ان توجد تسميات أخرى للمنهج مثل « المنهج المكتبي » · والحقيقة انه يمكن – في نظر الباحثين – استعمال مصطلح المنهج المكتبي ليهدف الى الشق النظري من مراحل البحث الجمرفلوجي فيما سميناه بالمنهج النظري منذ قليل · واذا لم يكن ذلك مناسبا فلعله يمكن استعمال هذه المصطلحات كأوصاف ثانوية على الاقل في الدراسة الجمرفلوجية بوجه خاص · ومن الصحيح أن هذا التمييز بين ما يمكن أن يكون بحثا ذا منهج مكتبي واخر ذا منهج ميداني ليس مطلوبا وليس واضحا في الدراسات التي لا تلزمها دراسات ميدانية · ولكن هذا مطلوب وواضح في الدراسة الجمرفلوجية ·

ومما يذكر انه يمكن أن يدخل مصطلح اخر هو « المنهج المعملي » وكذلك « منهج النماذج » في تسميات مناهج الدراسة الجمرفلوجية · وذلك امتدادا او تفرعا لما يعرف بالمنهج التجريبي empirical, experimental.

ولعله من المهم أن يذكر أن المنهـــج الذي يمكن اتباعـــه في اي دراسة جمرفلوجية يتوقف على ابعاد الموضوع ، والبيانات المتاحة ، ووسائل البحث التي يمكن اتباعها · وليس في الامكان تحديد المنهج والطرق والوسائل التي ينبغي اتباعها في كل من الدراسات والبحوث المختلفة · ولعله من المناسب هنا أن نتناول بايجاز بعض المسميات الهامة لمناهج او طرق البحث ثم نورد بعض الملحوظات التي يمكن أخذها في الحسبان بقدر الامكان ·

هناك ثلاثة مسميات تقليدية يستحسن التوسع فيها قليلا هي ما يعــرف بالمنهــج او الطريقــة الاستقــرائيــة الاستنتــاجيــة inductive، ومنهج أو طريقــة الفــرض المســبق deductive والمنهج او الطريقــة التحليليــة analytical · ونود التوســع حول هذه الطرق الثــلاث نظـرا لانهــا طــرق تنتشر بين كثير من الدراسات من ناحية ، ولانها ذات صلة مباشرة بالبحث عن السبب والاصل genesis من ناحيــة ثانيــة مما له أهميــة بالغــة في البحث الجمرفلوجي بوجه خاص ·

وفيما يتعلق بالطريقة الاستقرائية الاستنتاجية فيقصد بهــا أن تسلسل الحقائق العلمية بترتيب منطقي بحيث تؤدي كل حقيقة الى فهم ما يليها · فنصل في النهاية الى نتيجة ما · وتستخدم الملاحظات الميدانية وغير الميدانية والخبرة اثناء المناقشة بحيث تتجمع الحقائق والملاحظات في تسلسل يؤدي الى الخروج بالنتيجة · وتعتبر هذه الطريقة من المعالجة طريقة لا بأس بها اذا قامت علــى ملاحظات ميدانية وفيرة جداً وخلفية علمية مناسبة مع عدم التحيز الى فــرض مسبق · وتصلح هــذه الطريقة في المناقشة المختصرة او الموجــزة للبحوث الجمرفلوجيــة المعقدة ومتوسطــة التعقيد مثل بعض جوانب التعــاقب الجمرفلوجــي · ويمكــن اتباعهــا ايضــا فــي الكتــب الدراسيــة الخاصة بالعالم او بمناطق شاسعة حيث لا يلزم التحليل بالتفصيل الذي قد يؤدي الى ضخامة الكتاب ·

الا ان هناك من البحوث بهذه الطريقة ما خرجت بنتائج لا يوافق عليهــا آخرون ، وتكمن الأسباب الرئيسية لذلك فــي قلــة الملاحظات الميدانية والبيانات الاساسية الكافية ، او الخطأ في بعض هذه الملاحظات والبيانات ، او التحيــز لفكرة او فرض شخصي · ويدخل ضمن هذه العراقيل ايضا قلة وسائل البحــث المناسبة ·

أما الطريقة الثانية وهي ما يمكن تسميتها بطريقــة الفرض المسبــق (أو طريقة الاستدلال القياسي) فهي تقوم على تصور مبدئي بأن ما حدث او ما يوجد

في منطقة ما هو شبيه او مطابق لنظام معين او يوافق نظرية معينة . وهكذا بعد جمع البيانات المختلفة والملاحظات الميدانية تقارن هـذه البيانـات والملاحظـات بتفصيلات الفرض المسبق لقياس مدى توافقهما او انطباقهما . ولكن عادة ما يبقى الفرض المسبق متحكما في المناقشة بحيث ينتهي الباحث الى اثبات او محاولـة اثبات التوافق بين ما هو موجود وما هو مفترض اصلا .

وقد استعملت هذه الطريقة على يد كثير من الجمرفلوجيين وفي مقدمتهـم « ديفز » W. M. Davis الذي اتصفت كتاباته بهـذا الوصف . ففـي البـدورة الجغرافية التي اقترحها توجد سمات القياس بدورات تحدث في مظاهر اخـرى غير جمرفلوجية . وهو قد استنتج التتابع النظري للحوادث ابتداء من سطـح أولى مفترض ، ثم بحث في اشكال اللاندسكيب عن امثلة للمراحل المختلفة ومـا يرتبط من تفصيلات بكل منها ليؤكد نظرية الدورة بمراحلها . ومع ذلك فلا تخلـو بعض كتابات « ديفز » من سمات الطريقة التحليلية .

ومن الواضح ان هذه الطريقة اذا كانت تصلح نسبيا في البحوث والدراسات العامة التي تتناول مناطق شاسعة او ظاهرات كبرى فانها لا تناسب البحـوث التفصيلية . ففي البحوث او الدراسات العامة او واسعة النطاق لا مانع من أن يترك للخيال والخبرة بعض المجال وخاصة في ظروف قلة الملاحظـات الميدانية نسبيا . أما في الدراسات او البحوث التفصيلية فمن المفيد جدا أن تكون الملاحظات الميدانية والبيانات الاساسية الاخرى عن المنطقة او الظاهرة موضع البحث هـي ما يتحكم في التحليل وفي الخروج بالنتائج .

ولعله من الواضح ان الطريقتين السابقتين تشتركان في احد العيوب وهو ان النتيجة التي يتم التوصل اليها هي احتمال واحد او فرض واحد . ويلاحـظ أن الطريقة الاولى أفضل نسبيا من الطريقة الثانية نظرا لان الملاحظات والبيانات الاساسية هي التي تحكم المناقشة والخروج بالنتيجة . اما في الحالة الثانية فمن المرجح ان الفرض المسبق يتحكم أو يؤثر على الأقل في البيانات والملاحظات التي تجمع وفي سير المناقشة تبعا لذلك . فمن الواضح أنه يحدث تحيز في مراحـل البحث بما يوافق الفرض المسبق .

اما الطريقـة الثالثـة وهي الطريقـة التحليليـة analytical فتتلخص في جمع الملاحظات والحقائق المختلفة ، ثم تنسيق هذه الملاحظات والحقائق مع اجراء مناقشة استنتاجية منطقية في سياق هذا التنسيق، او فيما بعد عرض جميع الحقائق والملاحظات مع الاشارة اليها . وفي مجرى المناقشة تقـارن الملاحظات والحقائق بالاستنتاجات المنطقية لتبين مقدار التوافق بين الملاحظات والحقائق من

ناحية والاستنتاجات من ناحية اخرى · وفي هذه الاثناء قـد يتطلب الحـال ان يبحث عن حقائق جديدة وملاحظات اخرى للفصل بين احتمالين او اكثر ، مـن الاحتمالات او الفروض التي اخذت تزداد رجحانا ، وفي النهاية يبرز الاحتمـال او الفرض الاكثر احتمالا ، ولكن قد يكون هناك اكثر من فرض او احتمال مرجح ·

وتعتبر هذه الطريقة افضل الطرق الثلاث مـن حيث الدقـة وقلة التحيز الشخصي · ولكنها اكثر الطرق الثلاث صعوبة · وتكمن هذه الصعوبة فـي ان الباحث عليه ان يتبع كل ما يعرض له من سبل ممكنة لجمع اكبر قدر من الحقائق والملاحظات الاساسية وللتوصل الى الفروض او الاحتمالات المختلفة · ثم عليـه ان يرجح بعض هذه الفروض او الاحتمالات في ضوء كثرة وقوة ما يعضدها من حقائق · ومن الطبيعي ان بعض ما يسلكه الباحث من خطوات البحث قد لا تأتـي بفائدة او نتيجة مباشرة او محددة ، وكذلك فان هذه الطريقة تؤدي الى زيـادة طول الوقت اللازم لانجاز البحث من ناحية وكثرة الكتابة والرسوم التي تعرض للقارىء من ناحية اخرى ·

والى جانب هذه المسميات الثلاثة التقليدية السابقة فلعله من المستحسن ان نعرض بايجاز الى طريقة (او منهج) النظم systems التي طالب البعض حديثا بادخالها للبحث الجمرفلوجي · وفكرة النظام هي في الاصل فكرة في علم الطبيعة لها بعض التطبيقات الهندسية والطبيعية · وقد قدم « ا · ن · ستريلر A. N. Strahler » هـذه الفكرة للجمرفلوجيين في سيـاق ما سعى اليه مـن نشـر للوسائل الكمية فـي البحوث الجمرفلوجية · ثـم توسع « رتشـارد تشورلي R. Chorley » ، وهو احد تلامـذة « ستريلر » ، في المناداة باستعمال الطـرق الكمية بما في ذلك الاهتمام بطريقة النظم · ونلمح بعد قليل الـى بعض الميزات وبعض المآخذ على الوسائل الكمية عامة ، ولكن هنا نستطرد قليلا في ما يختص بفكرة النظام ·

والنظام هو مجموعة من العناصر او الاشياء التي ينظر اليها مجتمعة مـن خلال دراسة علاقة كل منها بالآخر بوسائل رياضية · والأمثلة التـي يمكـن ان نوردها من الجمرفلوجية غير قليلة · ويشير من ادخلوا هذه الفكرة الـى امثلـة مختلفة للنظم الجمرفلوجية مثل الحوض النهري ، والمجرى النهري ، والدلتـا النهرية ، والمروحة الغرينية ، والنطاق الساحلي وغيرها · فكل من هذه الاشكال الجمرفلوجية بتفصيلاتها والعوامل المختلفة التي تؤثر فيها ، وقد تتأثر بها ،يعتبر نظاما ·

ويميز المهتمون بهذه الطريقة او الفكرة بين نوعين من النظم : النظام المغلق والنظام المفتوح · والفرق بين النظامين ان حـدود النظام المغلـق واضحة ، ولا

تخرج « المواد او الطاقة » عن هذه الحدود ، على غير ما هو الحال في النظام المفتوح الذي له ايراد (او داخل) input ومنصرف (أو خارج) output ·
ويشبه البعض الدورة الجغرافية التي اقترحها « ديفز Davis » بالنظام المغلق نظرا لان لها بداية ونهاية واضحتين · فالبداية ارتفاع في سطح الارض لا تحدث اثناءه تعرية هامة تتوفر معه الطاقة القصوى ، ثم تأخذ التضاريس والطاقة في القلة تدريجيا حتى تصبح الطاقة اقل ما يمكن في نهاية الدورة· ومع انه يمكن ان تحدث زيادة مؤقتة في الطاقة نتيجة للتجديد فان هذا يعتبر وضعا مؤقتا · والحالة الوحيدة التي تمثل التعادل equilibrium الحقيقي في هذا النظام المغلق هي نهاية الدورة عندما يتكون السهل التحاتي ·

اما النظام المفتوح فتتجدد فيه الطاقة مع ازالة المادة باستمرار · ويتحقق التعادل عندما يتساوى دخول وخروج الطاقة وعندما تتميز المنطقة بالتوافق او الانضباط adjustment مع كمية الطاقة التي تمر · وينعكس هذا التوافق او الانضباط في ابعاد وخصائص المنطقة او الشكل موضع الدراسة · كما يتحقق ما يعرف بالتعادل الديناميكي dynamic equilibrium عندما تتميز الخصائص او العناصر التفصيلية بالانضباط او التوافق مع القوى التي تؤثر في تلك الاشكال ·

ويمكن ان يؤخذ المجرى النهري stream channel كمثال للنظام المفتوح ، فالمجرى تتمثل فيه عدة متغيرات مثل التصريف ، وخصائص الحمولة ، وخصائص القاع ، وانحدار القطاع الطولي · ويضبط النهر بنفسه عددا قليلا فقط من هذه المتغيرات · واكثر هذه المتغيرات أهمية واكثرها انضباطا هي الخصائص التفصيلية للقاع bedالتي تتغير بصورة أسهل من تغير انحدار القطاع الطولي ، مع ملاحظة ان هذا هو الاخر يمكن ان يعدل بمرور الوقت ، وكذلك الحال بالنسبة لحجم الحمولة · اي ان هناك عوامل او متغيرات اخرى لا تدخل مباشرة ضمن المجرى كنظام تؤثر في القطاع الطولي والحمولة · وهكذا فان قاع المجرى يصبح منضبطا adjusted ازاء المتغيرات التي تتحكم فيه ، ويصل الى حالة من التوازن الديناميكي بحيث يتغير بالتغيرات الهامة في الضوابط المؤثرة ·(١)

والواقع ان ادخال فكرة النظام كطريقة او منهج للبحث او الدراسة الجمرفلوجية على يد « ستريلر » ثم « تشورلي » مبعثه محاولة جعل الجمرفلوجية ذات منهج بحث كمي · ويواكب هذا الاتجاه ويقويه الاهتمام بدراسة العوامل والعمليات agent & processes دراسة معملية وخاصة بالنماذج models

---

(١) راجع « كنج » ، رقم ٢٩ ، ص ١٨ ـ ١٩ ·

وميدانية وخاصة بالقياسات ، الى جانب الدراسات النظرية الكمية على غــرار بعض دراســات « باجنولــد Bagnold » و « كوشلين كنج » وغيرهما • فقــد ساعدت هذه الدراسات على تعضيد الجانب الكمي كوسيلة بحث ، وعلى محاولة ادخال طريقة النظام في البحث الجمرفلوجي •

ولسنا الآن بصدد نقد موسع لاتباع طريقة النظام في الجمرفلوجية • ولكن مما ينبغي التلميح اليه باختصار ان كثيرا مما يقال في نقد الوسائل الكميــة مجتمعة يمكن قوله عن النظام • بل يتضح لنا ان ما يقال مثلا عن ان ما يوصــف بالنظم الجمرفلوجية هي في أغلبها نظم مفتوحة ، هو قول غير سليم • فهذا حكم مسبق على النظم الحقيقية • ولا يصح ان نحكم بذلك قبل الوقوف على العناصر « والمتغيرات » الفعلية في كل نظام حقيقي • ويمكن القولبعبارة اخرى ، اذا كانت الجمرفلوجية تعاني من غموض كثير من الحوادث والعمليات والتعقيد في الاشكال فكيف يمكن ان نقفز الى تعميمات كوصف الاشكال او الاقاليم الجمرفلوجية بانها نظم ، وانها من النوع المفتوح او من النوع المغلق ؟ فهذا يذكرنا بالهجوم الــذي يشنه البعض على المنهج الديفيزي من حيث انه يدخل تحت ما يوصف بمنهــج الفرض المسبق deductive • فالافتراض أن الاشكال أو الاقاليم الجمرفلوجية هي نظم مفتوحة او مغلقة قبل الالمام بالقدر الكافي من البيانات الميدانية وغيــر الميدانية المتنوعة يدخل طريقة (أو منهج) النظام تحت منهج الفرض المسبق مهما كانت كمية •

وفضلا عن ذلك فان ما يوصف « بالنظام الجمرفلوجي » سواء كــان مفتوحا أو مغلقا من المفروض ان تكون له حدود طبيعية • وأن وضع حدود لكثير مما يؤخذ كنظم ، يبدو امرا تعسفيا ويذكرنا كجغرافيين بمشكلة وضع حــدود للأقاليم • ونذكر في هذا السياق أن الحوض النهري مثلا يؤخذ كنظام ، وفي نفس الوقت يمكن اعتبار المجرى الرئيسي أو أي مجرى آخر بالحوض نظاما هو الاخر• اي أن النظم تتداخل كالاقاليم ربما بعلاقات اكثر غموضا وتعقيدا • ونلمح بعــد قليل الى بعض ميزات وعيوب الوسائل الكمية وينسحب معظمها على طريقــة النظام هذه •

أما الملحوظات التي يمكــن اخذهــا في الحسبان في كثيــر من البحوث الجمرفلوجية فهي بشيء من التوسع ما ياتي :ـ

١ـ يمكن اتباع مبادىء المنهج الاقليمي في الدراسة الجمرفلوجية اذا كانــت هذه الدراسة تتناول منطقة مرموقة المساحة وتشير البيانات الاولية التي تميزها بحيث يمكن اعتبارها اقليما جمرفلوجيا خاصا على الاقل • كما يمكن اتباع هــذا

المنهج في دراسات مساحات أوسع كاجزاء من الدول أو الدول ، أو حتى العالم اذا توفرت بيانات كافية لاجراء بعض التصنيفات الاقيلمية ٠

ومع هذا فمما يذكر انه كلما اتسعت منطقة الدراسة فينبغي توقع الصعوبات واوجه النقص التي تواجـــه الدارسين وبخاصـــة بالمنهج الاقليمي ٠ من هذه الصعوبات مثلا وجود حدود سياسية تقطع امتداد بعض الاقاليم ٠ ومن المعروف ان الخرائط اللازمة والبيانات الرسمية التي قد تفيد في هذه الدراسة قد يتيسر الحصول عليها بالنسبة لدولة ما بينما يصعب الحصول عليها من دولة مجاورة ٠ كذلك من الصعوبات الاساسية في دراسات المناطق الواسعة انه عنـــد التصنيف الاقليمي يجد الباحث بعض الصعوبة اذا تضمنت مباديء تقسيمه جانبا او جوانب تتعلق بأصل الاشكال او الظاهرات التي يقوم عليها التقسيم ٠ ذلـــك ان كثيرا من المباديء الجمرفلوجية ما زالت موضع نقاش ، فضلا عن امكانيـــة الوقوع في اخطاء حول اصل وتطور الظاهرات والاشكال موضع الدراسة ٠

والحقيقة ان هذه المشكلة ابرز ما توجد في الجمرفلوجية ٠ فقد نجحت بعض التقسيمات الاقليمية القائمة على اسس مناخية ، او مناخية ونباتية ، او سكانية مثلا ، نظرا لوضوح البيانات التي يقوم عليهـــا التقسيم ولتوفر هـــذه البيانات والاتفاق عليها الى حد كبير ٠ هـــذا على حين ان ذلـك لا يتوفر فـــي البيانات والدراسات الجمرفلوجية ٠

٢ـ اذا كانت الدراسة تتناول جمرفلوجية احدى المناطق الصغيرة نسبيـــا فينبغي على الباحث أن يقوم بعمل دراسة ميدانية كثيفة بقدر استطاعته ٠ فالدراسة الميدانية اذا لـــم تكن ممكنة بالنسبة لدراسات المناطـــق الواسعة فهـي ممكنة وضرورية بالنسبة للمناطق الصغيرة ٠ وتكمن هذه الضرورة في ان الدراسـات الميدانية تثمر عادة عن بيانات جديدة يعتمد عليها اكثر ما دامت المنطقة لم تدرس من قبل بنفس الاهتمام وبالوسائل المتوفرة ٠

ومن الصحيح أن كثيرا مما تثمر عنه اغلب الدراسات الميدانيـــة يختص بمنطقة الدراسة ذاتها وقد لا يؤدي الى تعديل او تغيير فروض او افكار سابقـة عن المنطقة وما شابهها ٠ الا أن هناك من الدراسات ما يمكن ان تضيف جديـدا عن المنطقة وعن مناطق مجاورة أو حتى بعيدة ٠ وعادة ما تكون نتائج الدراسات الميدانية الكافية أساسا طيبا للدراسات المقارنة ٠ ومن الواضح ان هذه الدراسات المقارنة لا تساهم فقط في التعرف على مقدار التشابه والاختلاف بين منطقتيـــن وانما هي كذلك من دعائم الدراسات الاقليمية واسعة النطاق ٠

٣ـ يمكن احيانا اتباع الوسائل الكمية في الدراسة الجمرفلوجية لمنطقة ما او لموضوع ما٠ وقد اصبح هناك ما يعرف بالمنهج الكمي ٠ فقد تطور استعمال الوسائل الكمية تطورا كبيرا واستحسنها البعض كثيرا مما ادى الى اطلاق وصف المنهج الكمي عند اتباع مجموعة الوسائل الكمية التي يمكن اتباعها في بعض الدراسات الجمرفلوجية ٠ بل ان اتباع جانب من هذه الوسائل قد وصف بمنهج النظم « systems approach » في عنوان ثانوي لاحد كتب الجغرافية الطبيعية (١) ، ذلك المنهج الذي سبق الكلام عنه ٠

وبغض النظر عما اذا كان من الصواب اطلاق كل هذه الاوصاف على كلمة منهج فان استعمال الوسائل الكمية أصبح مفضلا لمسايرة الاتجاه الغالب في دراسة بعض الجوانب الجمرفلوجية ٠ الا أن ذلك لا يعني امكان استعمالها في كل التفصيلات او حتى في بعض الموضوعات الاساسية ٠ كما أن ذلك لا يعني بالضرورة سلامة الخطوات والنتائج في كل الموضوعات التي تعالج كميا ٠ والواقع ان اهم تأثير او نتيجة لاستعمال الوسائل الكمية في البحوث الجمرفلوجية هو زيادة تأكيد وتلخيص ما هو صحيح وما هو خطأ في البحث ٠

ومما ينبغي توضيحه ان البيانات اللازمة لاجراء التحليلات الكمية هي بيانات رقمية عن كل من موضوعات الدراسة الجمرفلوجية ٠ ويمكن في كثير من الحالات توفير بعض البيانات عن الجوانب البنيوية ، او عن تفصيلات الشكل ،أو عن عوامل وعمليات التعرية ٠٠ الخ ٠ ومن أهم مصادر هذه البيانات الرقمية اللازمة للوصف والتحليل والاستخلاص الكمي ، الخرائط التفصيلية ، والصور الجوية والقياسات الميدانية ٠ هذا فضلا عن بعض البيانات الرقمية المناخية والهيدرولوجية والجيولوجية ، التي قد تكون متوفرة ٠

ومن الجدير بالذكر أن دراسات النماذج models قد اخذت في الازدياد بهدف دراسة تأثير بعض عوامل وعمليات التعرية بصفة خاصة ٠ وبغض النظر عن صعوبة تمثيل العوامل والعمليات وشكل سطح الارض عن طريق النماذج تمثيلا مقنعا فان كثيرا من نتائج هذه الدراسات يمكن اخذها كدليل على وجود عامل وعمليات مشابهة نسبيا في منطقة الدراسة ٠ ومما تفيد فيه هذه النماذج استخلاص بعض القواعد الطبيعية التي قد تؤدي الى تعديل بعض المبادىء او الافكار السابقة ٠ ومن الواضح انه يمكن ادخال دراسات النماذج ضمن المنهج الكمي او على الادق ضمن الوسائل الكمية التجريبية ، كما انه لا مانع من تسمية ذلك بمنهج النماذج ٠

---

(١) تشورلى ، وبربارا كينيدي ، رقم ٢٣ ٠

وقد سبق القول انه يمكن استعمال الوسائل الكمية في بعض المباحث او الدراسات وليس في كلها · ومن اهم اسباب ذلك انه ليس من السهل توفير البيانات الرقمية الكافية الا لقليل من نقاط البحث او الدراسة · ومن ناحية ثانية فليس هناك اتفاق تقريبا على برامج او طرق محددة تعالج كلا من الموضوعات المختلفة · هذا مع استثناءات قليلة اهمها تحليل شبكات التصريف المائي ، والتحليل الهبسومتري والكلينوجرافي وغيرها مما يعتمد على الخرائط الكنتورية التفصيلية ، ثم تحليل المنحدرات (السفوح) · وهناك فرصة لاتباع بعض الطرق الكمية في تحليل هذه الموضوعات · وبايجاز يمكن القول انه يصح للباحث أن يختار من الوسائل الكمية المختلفة ما يناسب بعض نقاط بحثه · ولكنه ليس عيبا الا يتبع ايا منها عندما يجد انه لا توجد امكانية لتطبيق وسيلة كمية مناسبة ، أو يعتمد على نتائجها ·

وفي نهاية الكلام عن الوسائل الكمية فلعله من المستحسن ان نورد بعض حسناتها وبعض مآخذها · فمن حسنات اتباع هذه الوسائل ما يأتي :

أ ـ التعبير الرقمي أكثر تحديدا من التعبير عن الكم بالتقريب · فالنسبة المئوية مثلا أو القيم الاحصائية كالمتوسط والمنوال والانحراف أدق تعبيرا مما لو قلنا « قليل » أو « بعض » أو « كثير » او « كثيرا جدا » ·· الخ · ويفيد التعبير الرقمي المحدد في أخذ فكرة محددة عن العنصر الجمرفلوجي موضع الاهتمام

ب ـ تفيد الوسائل الكمية في اجراء مقارنات اكثر دقة في بعض الجوانب من المقارنات اللفظية · ومن المعروف أن المقارنة من أهم ما يعني به الجغرافي · ومن الطبيعي أن تكون المقارنة الرقمية فضلا عن دقة مدلولها ذات فائدة في اختصار او ايجاز المقارنة ·

جـ ـ تفيد الوسائل الكمية في تقوية صلة الجمرفلوجية ببعض الفروع العلمية الطبيعية الاخرى التي تستخدم هذه الوسائل : وهذا مما يمون البحوث والكتابات الجمرفلوجية بمقاييس وتعبيرات كمية تفيد على نحو ما ذكر في النقطتين السابقتين ، فضلا عن سرعة متابعة الجمرفلوجية لنتائج الدراسات الطبيعية الاخرى في علم المياه ، والطبيعة ، والكيمياء وغيرها ·

ولكن هناك بعض المآخذ على اتباع الوسائل الكمية في الجمرفلوجية منها ما يأتي :

أ ـ التعبير الرقمي الذي نخرج به من تحليل كمي بطريقة ما يوحي بالدقة على حين ان ذلك قد لا يتوفر في كل الحالات · فالارقام الاساسية التي تقوم عليها المعالجة الكمية قد تكون تقريبية بل قد تتضمن بعض الاخطاء ·

ب ـ الوسائل الكمية لا تعطى في حد ذاتها تفسيرا للظاهرات او العناصر المعنية · فمن الصحيح انها قد تشير الى وجود ظاهرة او خاصية معينة ولكنها لا تشير الى أسباب حدوث او وجود تلك الخاصية · وعلى الباحث ان يحاول بما أوتي من اساسيات البحث الاخرى ومن خلفية علمية ان يجد التفسيرات المرجحة لهذه الظاهرة او الخاصية ·

جـ ـ يلاحظ انه قد يحدث خطأ اثناء التحليل او التعبير او المقارنة الكمية · وهناك عدة أسباب لذلك، من بينها قلة الالمام نسبيا بالأسس الرياضية والاحصائية بيننا نحن الجغرافيين · ومن بين الامثلة التي تشير الى احتمال الخطأ حساب كثافة التصريف النهري دون ادخال مقياس رسم الخريطة في الحسبان · كذلك عدم كتابة كثافة التصريف على النحو الصحيح وهو مثلا ٥ كم / ١ كم مربع ، أو كذا ميل / ميل مربع وهكذا (١) · كذلك فان هناك من حالات الارتباط ما يكون ارتباطا مزيفا (٢) · فعلى سبيل المثال قد تجد ارتباطا بين خاصيتين مع أن أيا منهما لا تؤثر في الاخرى ، على حين أن كلتيهما تتأثران بعنصر أو خاصية ثالثة او حتى مجموعة عناصر او خواص · مثال ذلك ارتباطا زيادة كثافة التصريف في الحوض النهري بارتفاع مراتب المجاري النهرية · ومن الواضح أن الكثافة ليست سببا في رفع المراتب كما أن ارتفاع المراتب ليس سببا في زيادة الكثافة · والواقع ان كليهما يتأثر بمجموعة متغيرات أخرى ·· الخ ·

٤ ـ عوامل وعمليات التعرية شق رئيسي من الدراسة او البحث الجمرفلوجي · وما نود تأكيده هنا أنه لا يمكن ولا يصح في حالات كثيرة أن تهمل دراسة العامل او تفصل عن دراسة العمليات التي يقوم بها · فمثلا دراسة الرياح السطحية من حيث سرعتها بحسب الاتجاهات المختلفة جانب أساسي

(١) اذا كتبت الكثافة ١/٥ مثلا فهذا يعني انها يمكن ان تكون ٥كم/١كم٢ او ٥ ميل/١ميل٢ او غير ذلك · وهذه النسبة غير متساوية في الحالتين لان الميل المربع يبلغ نحو ٥ر٢كم٢ على حين ان الميل الطولي يبلغ فقط نحو ٦ر١ كم ·

(٢) عماد الدين سلطان ، رقم ١٥ ، ص ٢٢٥ ـ ٢٢٦ ·

لتفهم العمليات المرتبطة بذلك · ولا تقتصر دراسة سرعة الرياح من الاتجاهات المختلفة على توضيح او تفسير بعض عمليات النقل والنحت والارساب التفصيلي للحبيبات الرملية · بل ان ذلك يساهم ايضا في تفسير توزيع الاشكال الرملية المختلفة والاسطح الصخرية العارية وغير ذلك من الظاهرات واسعة النطاق ·

كذلك فانه لا يسهل تبين كثير من عمليات التفكك الصخري دون دراسة للمدى الحراري اليومي والسنوي ، ومرات انخفاض الحرارة الى ما دون الصفر المئوي حيث تساعد الظروف على تكون الصقيع · ومن البديهي انه لا يمكن تفسير العمليات التي يقوم بها نهر ما سواء كانت عمليات نحت او نقل او ارساب الا اذا تضمنت الدراسة ما يتعلق بقدرة النهر ومائيته وشكل قطاعه الطولي وقطاعاته العرضية ·· الخ · الا انه مما ينبغي ذكره ان الدراسة يجب ان تركز على خصائص العامل التي تؤثر في طبيعة العمليات بحسب ما هو معروف بالخبرة ومن دراسات اخرى · ولا يستحسن ان تكون الدراسة شاملة لا أهمية لبعض جوانبها في شرح العمليات التي ترتبط بعامل التعرية مثال ذلك علاقة الحرارة بالضغط او الرطوبة النسبية مثلا ، فهذه جوانب لا أهمية لها في الدراسة الجمرفلوجية عادة ·

ثالثاً : أضواء على الوسائل العملية الحديثة

ينقسم البحث الجمرفلوجي ككثير من البحوث الجغرافية والجيولوجية من حيث وسائل البحث الى شقين : شق مكتبي وآخر ذي طابع عملي · وما نهتم بمعالجته هنا تلك الوسائل التي توصف بأنها عملية وهي :

١ ــ تحليل الخرائط ، والصور الجوية ·
٢ ــ الملاحظات والقياسات الميدانية ·
٣ ــ جمع العينات وتحليلها ·
٤ ــ دراسات النماذج models والتجارب المعملية ·

وقبل التفصيل في هذه الوسائل الاربع فمما ينبغي ان يذكر هو ان الوسيلة الثالثة مما سبق هي وسيلة ميدانية معملية · اي انه يمكن الكلام عن اختيار العينات وجمعها عند الكلام عن الوسيلة الثانية ، ولكن رؤي أن تناول ما يتعلق بالعينات وتحليلها في موضوع واحد هو أكثر تسهيلا للقارىء · كذلك ينبغي ان نوضح انه قد يحدث تركيز على احدى هذه الوسائل او بعضها تبعا لطبيعة الموضوع والهدف من الدراسة · بعبارة اخرى توجد نقاط بحث تعتمد فقط على احدى هذه الوسائل او بعضها · بينما ينبغي الاعتماد على هذه الوسائل الاربع او الثلاث الاولى على الاقل في بعض الدراسات الاقليمية الضيقة وخاصة في حالة تنوع اشكال السطح والعوامل والعمليات التي اشتركت في تشكيلها · أما في الدراسات التي تختص بمساحات شاسعة فلا يتيسر عادة اتباع كل هذه الوسائل وخاصة لباحث واحد · ولكن لا مانع بطبيعة الحال من ابداء ملاحظات او عمل دراسات جمرفلوجية جزئية باستعمال وسائل مناسبة كصور سفن الفضاء بما في ذلك الاستشعار من بعد ، والخرائط الطبغرافية والجيولوجية صغيرة المقياس نسبيا · وقد تأتي هذه الوسائل بنتائج لها أهميتها ايضا خاصة اذا كانت تساندها دراسات مكتبية وخلفية جمرفلوجية مناسبة ·

١ ـ تحليل الخرائط والصور الجوية

يعد تحليل الخرائط الكنتورية والجيولوجية وفحص زوجيات الصور الجوية من اهم وسائل البحث الجمرفلوجي · ويعتبر ذلك ضرورة في دراسة اشكال السطح في المناطق صغيرة المساحة · ويهمنا هنا توضيح اهم ما يتعلق بتحليل الخرائط والصور الجوية في دراسات المناطق الصغيرة · ويقتصر الكلام بالنسبة للصور على زوجيات الصور العادية القابلة للفحص بالمجسم stereoscope · اما صور سفن الفضاء العادية وصور الاستشعار من بعد فلن نعرض لها هنا ·

فاذا افترضنا اننا بازاء دراسة تتناول جميع الجوانب الجمرفلوجية لمنطقة ما فينبغي اتباع كل ما يمكن للافادة عن النحو الاكمل من الخرائط والصور · وفيما يلي مجموعة من الخطوات التي قد تصلح لكثير من الدراسات وهذه الخطوات هي :

أ ـ تحدد المنطقة موضع الدراسة تحديدا واضحا على اساس تضاريسي او تضاريسي ـ جيولوجي بالاستعانة باللوحات الكنتورية والجيولوجية المتاحة· وهناك من المناطق ما يسهل تحديدها نسبيا كاحواض التصريف المائي والسلاسل الجبلية ، والمنخفضات التضاريسية ، والسهول الساحلية · بينما هناك مناطق يصعب نسبيا وضع حدود لها او توضع لها حدود تعسفية ·

ب ـ تفحص اللوحات الكنتورية فحصا عينيا جيدا وتقارن بالخريطة او اللوحات الجيولوجية مقارنة دقيقة · ويمكن في بعض الحالات عمل خريطة كنتورية جيولوجية اذا تساوت اللوحات الكنتورية والجيولوجية في مقياس الرسم ، او بعد تكبير او تصغير احداهما لتطابق الاخرى · ومن هذا الفحص وبناء على الخلفية الجمرفلوجية العامة للباحث ، والقراءات الجيولوجية لما توفر من تقارير او بحوث سابقة يمكن في العادة التعرف على بعض اشكال السطح البنيوية او المتاثرة بنيويا · ومما ينبغي ذكره ان كثيرا من اللوحات الجيولوجية لا تحتوي على درجة واتجاه الميل مما يستلزم معرفته بصفة مبدئية من التقارير المتاحة ومن الصور الجوية · ولكن هذا لا يغني بطبيعة الحال عن ضرورة قياس درجات الميل واتجاهه اثناء الدراسة الميدانية في مواضع كافية تغطي منطقة الدراسة · ومن الاشكال التي يمكن تصنيفها بصفة مبدئية بعض الاشكال المتاثرة بنيويا كما المحنا مثل منحدرات خطوط الانكسار ، والحواف الفقرية ، وظهور الخنازير (الهجباكات (hogbacks والكوستات

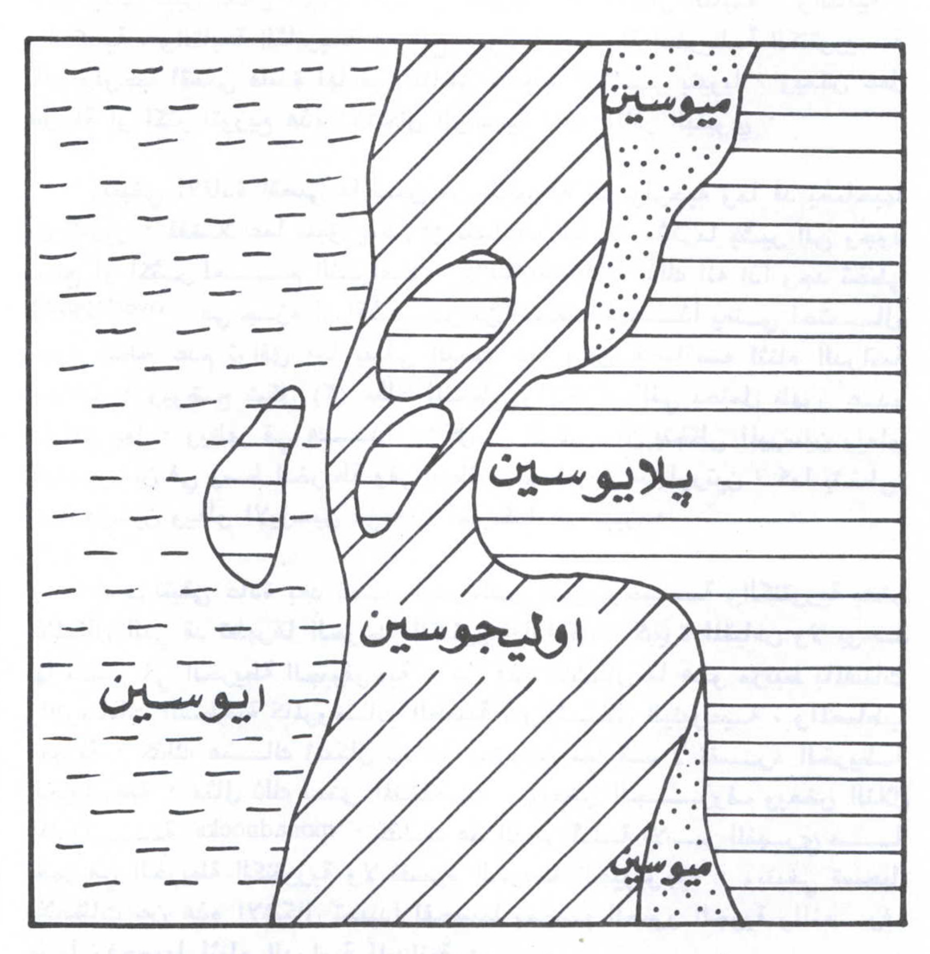
والمدرجات البنيوية الضخمة · والفصيلات outliers ·· الخ ·
كذلك يمكن تبين بعض انواع المجاري النهرية مثل الانهار التابعة ، والتالية ، والعكسية ، والتابعة الثانوية ·· الخ · وتحقق مقارنة الخريطة الكنتورية بالجيولوجية أقصى فائدة لها في المناطق شديدة التأثر بنيويا ، ويمكن عمل خريطة او اكثر لتوزيع هذه الاشكال الرئيسية ذات التأثر البنيوي ·

وتنبغي الافادة اقصى ما يمكن من الخريطة الجيولوجية وما قد يصاحبها من تقارير · ففضلا عما سبق يمكن ان يصادف الباحث مثلا ما يشير الى وجود سطح او اكثر لعدم التوافق unconformity · ذلك انه اذا وجد تخطي overlapping في جزء او اكثر من المنطقة فهذا يعني احتمال وجود سطح عدم توافق مما ينبغي البحث عنه وعن خصائصه اثناء الدراسة الميدانية · ويوضح شكل (٢) مثالا للتخطي والاجزاء التي يحتمل ظهور عدم التوافق بها · ويظهر في هذا الشكل ان البلايوسين يتخطى الميوسين ويعلو الاوليجوسين في وسط الخريطة وفي منطقتين صغيرين متجاورتين ، كما يتخطى الاوليجوسين ويعلو الايوسين في جزء آخر كما هو مبين ·

جـ ـ تتبقى عادة بعد فحص الخريطتين الجيولوجية والكنتورية بعض الاشكال التي قد تظهرها الخريطة الكنتورية اذا كانت كبيرة المقياس ولا يوجد لها تفسير في الخريطة الجيولوجية · من هذه الاشكال ما هو مرتبط بالمفتتات والارسابات السطحية كالمروحات الطمية ، والتلال الينبوعية ، والمصاطب النهرية · كذلك هناك اشكال تحاتية ومتخلفة مما قد لا تفسره الخريطة الجيولوجية · مثال ذلك بعض المنخفضات ، وبعض الجروف وبعض التلال المنعزلة monadnocks · كذلك هناك من أدلة الاسر النهري ما يظهر في الخريطة الكنتورية ولا تفسره الخريطة الجيولوجية · وينبغي تسجيل ملاحظات عن هذه الاشكال تمهيدا لفحصها بمجسم الصور الجوية وللتعرف عليها وفحصها اثناء الدراسة الميدانية ·

د ـ تفحص زوجيات الصور الجوية باستعمال المجسم · وينبغي التدرب على هذا الجهاز جيدا قبل ممارسة العمل به · والمقاييس المألوفة لمعظم زوجيات الصور الخاصة بالدراسات التفصيلية هي نحو ١ : ١٠٠٠٠ ، ١ : ٢٠٠٠٠ ، ١ : ٥٠٠٠٠ · ومن المفضل استعمال الزوجيات الاكبر مقياسا للحصول على تفصيلات اكثر ·

ومن الطبيعي ان يكون فحص الخرائط الكنتورية والجيولوجية على نحو ما سبق قد أعطى فكرة عن كثير من اشكال السطح فضلا عن توزيع حدود



شكل (٢) خريطة توضيحية تمثل التخطي ومواضع عدم التوافق

التكوينات الصخرية • وهكذا فعند فحص الصور يكون لدى فاحصها خلفية تساعده على زيادة التأكد مما سبق ان صنفه ، وعلى التعرف اكثر على بعض تفصيلات الاشكال التي تبينت له من فحص الخرائط • ومن التفصيلات الجديدة التي تظهر فـــي الصور فقط بعض المنحدرات والجروف الصغيرة ، وتغيرات وكسور الانحدار التفصيليـــــة التي قد ترتبط بحدود ليثولوجيـــة • فالحدود الليثولوجية وبخاصة في الطبقات شبه الافقية في الاراضي بطيئة الانحـدار ليست بالصرامة او الضخامة في كل الحالات بحيث تظهر في الخرائط • ويمكن أن نوجز استعمال الصور الجوية والافادة بها في عدد من النقاط هي :

يجري فحص سريع نسبيا (١) للزوجيات لمعرفة الاشكال الرئيسية وخاصة الاشكال البنيوية • ويمكن تبين اتجاه الميل وتقدير درجته في كثير من المواضع • كما يتم التأكد من بعض التصنيفات التي سبق عملها بناء علـــى الخريطتين الجيولوجية والكنتورية • واثناء هذا الفحص يجد الباحث ما يلفت نظره من اشكال ثانوية وظاهرات دقيقة تستحق التسجيل في مذكرة خاصة تتضمن رقم نطاق الصور (خط الطيران) ورقمي الصورتين • مثال ذلك بعض اشكال التعرية الاولية كمخاريط الفتات الصخري والمروحات الطميية ، والمجـــاري المتشعبـة braided channels والمصـــاطب النهـــريـــة ، وحتـــى بعض الحـــدود الليثولوجية الدقيقة •• الخ • كما تتضح أوطأ الاجزاء في قيعان المنخفضات مما قد يكون له أهمية ، والاجزاء او النقط التي يشتد فيها الانحدار نسبيا على طول خط او اكثر من خطوط التصريف •• الخ • وبهذا الفحص المبدئي لزوجيات الصور وتسجيل ما لوحظ في مذكرة خاصة يمكن وضع خطة للفحص التفصيلي للصور ولعمل خرائط مناسبة تمهيدية منها ، كذلك يمكن تبين الاجزاء والظاهرات الهامة التي تستلزم اجراء قياسات وتدوين ملاحظات ميدانية •

النقطة الثانية للافادة من الصور الجوية هي عمل خرائط تمهيدية لكل المنطقة طبقا لزوجيات الصور اذا كانت المنطقة صغيرة نسبيا • ومن الطبيعي أن تكـون هذه الخرائط قابلة للتعديل طبقا للملاحظات الميدانية • وينبغي الاحتفاظ بهذه الخرائط بصفة مستمرة للرجوع اليها ، واستعمال بعضها او معظمها او كلها اثناء الدراسة الميدانية • ويمكن في حالات كثيرة الاقتصار على عدد مناسب من هذه الخرائط وبخاصة في دراسات المناطق الواسعة نسبيا • وينبغي أن تتضمن هذه الخرائط الاشكال البنيوية والتحاتية التي تم التعرف عليها لتأكيد ذلك اكثر بالدراسة الميدانية • كما ينبغي أن تتضمن هذه الخرائط ما قد يكون هاما مـن

---

(١) يمكن اخذ فكرة مبدئية عما تمثله الصورتان في وقت يتراوح ما بين ٥ دقائق وثلث ساعة على الاكثر •

الاشكال والظاهرات الدقيقة التي لا تظهر في الخريطتين الكنتورية والجيولوجية. وقد ترجع أهمية هذه الاشكال الدقيقة نسبيا الى انها قد تكون واسعة الانتشار بحيث تشكل مظهرا واضحا بالرغم من انها لا تظهر في الخريطة الكنتورية . كما قد ترجع اهمية بعض الاشكال الدقيقة التي لا تظهر في الخرائط الى انها قد تلقى ضوءا على نوع العملية او العمليات الجمرفلوجية في وقت سابق او في الحاضر . ويعد هذا النوع من الاشكال الدقيقة هاما رغم انه لا يشكل مظهرا واسع الانتشار ورغم عدم ظهوره في الخرائط . ومما يستحسن ان تتضمنه هذه الخرائط ايضا بعض الاستفسارات التي تستوجب البحث الميداني . ذلك أن هناك من الاشكال والظاهرات ما يلزمه استيضاح أو قياسات ميدانية .

النقطة الثالثة للافادة من الصور الجوية انه يمكن اخذ هذه الصور ذاتها اثناء الدراسة الميدانية بدلا من الخرائط التمهيدية التي عملت منها ، وذلك لاستعمال الصور على غرار استعمال هذه الخرائط سابقة الذكر اثناء الدراسة الميدانية . وينبغي لذلك ان تسجل على الصور ذاتها بعض البيانات الاساسية التي تم تبينها بالمجسم ، كما توضع علامات في المواضع التي راي الباحث انها تستحق فحصا ميدانيا . الا أن استعمال الصور على هذا النحو يؤدي عادة الى افسادها حتى لو استعملت اقلام الشمع الخاصة بذلك . ومما يمكن أخذه ايضا اثناء الدراسة الميدانية فضلا عن الافادة به مكتبيا ما يعرف بلوحات المزايك mosaic او ما يسمى احيانا بالخرائط الجوية .

هـ ـ من المستحسن اجراء تحليل مرفمتري للمنطقة موضع الاهتمام من اللوحات الكنتورية بحسب الطرق المتبعة في هذا المجال وهي طرق عديدة . (١) ويمكن أن يركز الباحث على طريقة او اكثر من هذه الطرق تبعا للخصائص العامة لمنطقته بحسب ما أمكن تبينه عنها من الفحوص السابقة ومن هذه الطرق المرفومترية التحليل الهبسومتري ، التحليل الالتيمترى ، التحليل الكلينوجرافي لعمل منحنى انحدار سطح الارض ، تحليل تكرارات القمم ، الخط البياني لقمم تكرارات القمم ، خريطة لمعدلات الانحدار ، القطاعات الطولية لخطوط الجريان والعرضية للادوية ، قطاعات النسب المئوية ، تحليل التصريف النهري بحسب دراسات « هورتن » و « ستريلر » و « شم » وغيرهم .

وينبغي أن يكون هناك هدف لكل من هذه التحليلات المرفمترية . ومن هذه الاهداف مثلا البحث عن بقايا أسطح تعرية erosion (planation surfaces)

---

(١) للتوسع في هذه الطرق يمكن الرجوع الى طه جاد ، رقم ١٠ .

أو نطاقات مناسيب يشتد فيها الانحدار نسبيا لاسباب بنيوية أو تحاتية · كذلك يمكن وصف السطح في المنطقة او في حوض التصريف بحسب المرحلة وتبين ما اذا كان شكله منتظما او مركبا ·· الخ ·

ومن المتوقع ان تثمر هذه التحليلات عن احتمالات ينبغي ربطها بما سبق احتماله على ضوء فحص الخرائط والصور الجوية · كما انه من الضروري ان تربط كل الاحتمالات بالملاحظات والقياسات الميدانية ، وكذلك بالتحاليل التي تجري اثناء الدراسة الميدانية او بعدها · ذلك أن أغلب وسائل البحث التي نحن بصددها من الضروري أن تشترك كلها فـــي التوصل الى أدق النتائج بقدر الامكان ·

اما اذا كانت الدراسة تتناول موضوعا واحدا في منطقة ما فمن الطبيعي ان يتركز تحليل الخرائط والصور الجوية على هذا الموضوع بصفة رئيسية · وهناك موضوعات كثيرة متشعبة للبحث تبين بعضها فيما سبق · الا انه يمكن تجميع اهم هذه الموضوعات في اربعة جوانب تثمر فيها تحليـــلات الخرائط والصور بدرجة كبيرة ، وهذه الجوانب هي :

أ ـ التحليل المرفمتري لشكل سطح الارض وشبكات التصريف وقد سبق أن ألمحنا الى اهم جوانب ذلك التحليل ·

ب ـ يمكن استعمال زوجيات الصور لعمل خرائط مرفلوجية تبين اقســام وأشكال الانحدار · الا انه لا يسهل عادة اضافة درجات الانحدار بدقة كافيــة فهذا مما يفضل عمله بالدراسة الميدانية ·

جـ ـ يمكن استغلال تفصيل الصور الجوية والتجسيم بالمجسم في أخــذ ملاحظات تفصيلية مكتوبة عن بعض الاشكال الثانوية الهامة التي لا تظهرهــا الخرائط · مثال ذلك مصاطب الاودية الصغيرة والمروحات الغرينية الصغيرة ، والكتل الصخرية المنزلقة ·· الخ ·

د ـ عادة ماتثمر الصور الجويــــة عن تبين بعض خطوط الانكسارات ، والشروخ ، واتجاهات الميل ، والاشكال الالتوائية ·· الخ · وهي تشكل عادة مصدرا أغنى من الخريطة الجيولوجية في هذا الجانب · ذلك ان الخريطة مهما كانت تفصيلية فهي لا يمكن ان تبين كل ما توضحه الصور الجوية المساوية في المقياس · الا أن ذلك لايتحقق الا بتحليل الصورة الجوية تحليلا صحيحا بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية ذاتها ، والبيانات الجيولوجية والتضاريسية المتاحة والدراسة الميدانية كذلك ·

ومما يمكن ذكره في نهاية الكلام عن تحليل الخرائط والصور الجوية ان زوجيات المجسم هي أنسب أنواع الصور الجوية حتى الوقت الحاضر في الدراسات التفصيلية · فهي فضلا عما توضحه بجلاء من خلال المجسم وما يمكن عمله منها كخرائط تمهيدية تفصيلية فانها رخيصة الثمن · ومع هذا فان هناك من البحوث الجمرفلوجية والجيولوجية ما يمكن الاستعانة فيها بصور جوية أصغر مقياسا بما في ذلك صور سفن الفضاء (أبيض وأسود) التي تغطي ساحات واسعة من سطح الارض · كذلك فان صور الاستشعار من بعد (ملونة) تفيد في بعض النواحي الجمرفلوجية وخاصة فيما يتعلق بالارسابات السطحية والخصائص البنيوية ، وبعض تقديرات النقل والارساب المائي مما سنوضحه فيما بعد · وبطبيعة الحال يتوقف استعمال هذين الصنفين من الصور الجوية على طبيعة موضوع الدراسة ومساحة المنطقة والامكانيات المالية المتاحة للاستحواذ على هذه الصور ذات الثمن الباهظ ·

٢ ـ الملاحظات والقياسات الميدانية

(أ) ـ خطة وأجهزة الدراسة الميدانية

الدراسة الميدانية هي المصدر الرئيسي لكثير من البيانات التي يعتمد عليها اكثر في البحوث الجمرفلوجية · وتعتبر الدراسة الميدانية ضرورية في البحوث التي تتناول مناطق صغيرة المساحة ، أو التي تتناول موضوعات محددة يمكن أن تجري دراسة ميدانية بخصوصها · بينما لا يسهل اجراء دراسة ميدانية كافية في البحوث أو الدراسات التي تختص بمناطق فسيحة وخاصة اذا تنوعت جمرفلوجيا ·

وتختلف خطة الدراسة الميدانية ووسائل البحث اثناءها باختلاف أبعاد وطبيعة موضوعات البحث · واذا كانت الدراسة تختص بمنطقة ما فمن المستحسن أن تتوفر الجوانب الآتية لدى الباحث :

١ ـ الالمام الكافي بكل ما كتب عن منطقة دراسته من جميع الجوانب المتصلة بهذه الدراسة ·ويتفرع هذا الى جانبين ·الاول هو ما كتب بصورةمباشرة عن موضوع بحثه وخاصة من النواحي الجيولوجية والهيدرلوجية والمناخية وعن التربة · والجانب الثاني هو القراءات الاساسية التي تجعل الباحث على بينة من الاشكال والظاهرات المختلفة وتمكنه من مراجعة الاحتمالات المختلفة وترجيح احدها أو بعضها على الاخرى ·

٢ ـ قطع شوط مرموق من تحليل الخرائط الكنتورية والجيولوجية والصور الجوية على نحو ما سبق التوضيح · وبذلك يكون قد توصل الى تحديد كثير من المعالم الجمرفلوجية الهامة بمنطقة دراسته ويبقى أن يسجل ما يراه جديدا أثناء الدراسة الميدانية · كما يحاول أن يجد لما برز له من تساؤلات اجابة بواسطة الملاحظات والقياسات الميدانية ·

٣ ـ عمل خطة للدراسة الميدانية يحدد فيها الباحث ما ينبغي عمله من قياسات وملاحظات وما يؤخذ من أجهزة ومعدات لازمة ، والوقت الذي يستغرقه في الاجزاء المختلفة من منطقته ·· الخ · وتتوقف هذه الخطة على الخصائص التي تبينت للباحث عن منطقته ، وعلى امكانية الوصول الى الاجزاء المختلفة منها وما يستحسن أن يكرس له مجهودا خاصا أثناء الدراسة الميدانية · وعلى أية حال فيمكن أن يجري الباحث بعض التعديلات في هذه الخطة أثناء مباشرته الدراسة الميدانية بما يتناسب وما يجد من أمور ·

وفيما يلي بعض الاجهزة والادوات الهامة التي تستعمل في الدراسة الميدانية بكثير من المناطق ، مع ملاحظة ان هناك اجهزة اخرى عديدة يمكن الافادة بها في بعض الجوانب . وعلى الجمرفلوجي ان يختار منها ما يراه مفيدا لموضوع بحثه · أما الاجهزة والادوات الهامة التي تعتبر بحق عدة الجمرفلوجي الرئيسية فهي :

١ ـ سيارة تصلح للسير في منطقة الدراسة مثل « اللاندروفر » ، أو « الجيب » بالنسبة للمناطق المضرسة · واذا كانت المنطقة رملية فمن الضروري ان تكون اطارات السيارة من النوع العريض الذي يصلح للرمال اكثر · هذا اذا كانت منطقة الدراسة واسعة نسبيا كأن تكون الاف الكيلومترات · أما اذا كانت بضع مئات من الكيلومترات المربعة فيمكن الاستغناء عن السيارة اذا دعت الظروف·

٢ـ الخرائط التمهيدية التي عملت من الصور الجوية والخرائط الكنتورية والجيولوجية · ومن الطبيعي ان تتضمن هذه الخرائط التمهيدية مواقع هامة تتطلب اهتماما خاصا اما لاهميتها او لعدم وضوحها جيدا من الفحوص السابقة للصور والخرائط ·

٣ ـ كاميرا وافلام لتصوير بعض اشكال المنحدرات ، وبعض التفصيلات الهامة مثل اشكال وحجوم المفتتات ، واجزاء من أسطح الطباقية الهامة ومن أسطح عدم التوافق ان وجدت والاشكال الرملية كالتموجات ripples والبرخانات ··· الخ ·

٤ـ شاكوش جيولوجي وفاس صغيرة · ويستعمل الشاكوش في كسر أجزاء من الصخور لعدة أغراض · من هذه الأغراض أخذ عينة صخرية لفحص مكسر الصخر الحقيقي في الميدان ·· الخ · أما الفاس فتساعد على أخذ عينات من المفتتات والارسابات السطحية ·

٥ـ عدسة مكبرة لفحص بعض العينات الصخرية لمعرفة نوع الصخر والشوائب التي قد توجد به · ومن المستحسن أن يكون الباحث ملما بالنسيج الدقيق والخصائص البلورية لكل من الصخور الشائعة ·

٦ـ حامض هيدركلوريك مخفف في زجاجة صغيرة بقطارة ، وذلك لاختبار بعض انواع الصخور التي يصعب التعرف عليها نسبيا · ويمكن بهذه الطريقة وباستعمال العدسة المكبرة معرفة كثير من انواع الصخور · اما الانواع التي يصعب التعرف عليها وخاصة في مناطق الصخور النارية والمتحولة عنها فمن الضروري اخذ عينات منها لفحصها معمليا ·

٧ـ اكياس قماش لاخذ العينات الصخرية وعينات المفتتات والارسابات السطحية لكي تحلل فيما بعد معمليا · ومن المناسب ان تكون معظم هذه الاكياس بمقاس نحو ١٥ × ٢٥ سم وبعضها أكبر قليلا · ومن الضروري أن يوجد خيط قوي عند فتحة الكيس لاحكام اغلاقه وخاصة في حالة المفتتات والارسابات السطحية · ويتوقف عدد الاكياس على عدد ما يتوقع اخذه من عينات ·

٨ ـ جهاز صغير لقياس الميل الى أقرب نصف درجة · وقد عرف «ميزان ابني» Abney-Level جيدا بين الجمرفلوجين كجهاز مناسب · ومع ذلك فلا مانع من استعمال اجهزة شبيهة مثل جهاز قياس الميل بالنظر المعروف بـ optical hand clinometer او بوصلة « برنتون » Brunotn compass الحاوية لميزان لقياس الميل والانحدار · وهناك اجهزة اخرى منها ما يعرف بـ universal pocket transit وبوصلة الطبقة الجيولوجية geological stratum compass ويستخدم كل من هذه الاجهزة في قياس ميل الطبقات وانحدار سطح الارض ، . ـل انقطاعات التضاريسية الميدانية اللازمة · (١)

٩ـ شريط قماش او صلب من المستحسن الا يقل عن ٢٠ مترًا · ويستخدم الشريط في عمل القطاع التضاريسي مع جهاز قياس الميل والانحدار سابق الذكر ·

---

(١) يمكن طلب هذه الاجهزة مثلا من : Scientific Technical Supplies, Karl Kolb Buchschlag - Frankfurt, W. Germany.

وليس من الضروري استعمال الشواخص في عمل القطاعات وخاصة اذا كـان للباحث مرافق ٠

١٠ ـ هنـاك أجهـزة صغيـرة سهلة الحمل لقياس الارتفـاع altimeters مـن بينهـا مـا يعـرف بـ Precision pocket altimeter ، يقيس بتقسيمات كل ٥ر٢ متر ٠ كذلك هناك ما يعرف بـ high precision geodesic alt. وهو يقيس بتقسيمات كل مترين ، ولكنه اكبر حجما بقليل (٩ × ١٠ × ٥ر١٢) (١) ٠ ويمكن استعمال جهاز قياس الارتفاع في المناطق التي لا تتوفر عنها خرائط كنتورية كافية وفي قياس الارتفاع دون عمل قياسات هندسية بأجهزة اخرى ٠

١١ـ منظار ميدان (نظارة مقربة) وخاصة في حالة المناطق الواسعـة نسبيا ٠ وذلك لرؤية بعض الاشكال أو الظاهرات التي يصعب الوصول اليها مثل الاجزاء الوسطى مـن الجـروف cliffs ، والاشكال الثانوية التي قد يحيطهـا مستنقع او سبخة ٠٠ الخ ٠

١٢ـ نوته متوسطة الحجم يمكن وضعها في الجيب الاكبر فـي السترة ، وأدوات كتابية أخرى (أقلام جافة ، أقلام رصاص ، شفرات ٠٠ الخ) ٠

١٣ـ « جربندية » للباحث واخرى لمرافقه تناسب حمل كل ما يلزم من ادوات وماكل عندما يتوغل الباحث سيرا على الاقدام بعيدا عن السيارة المرافقة او بعيدا عن معسكر اقامته ٠

١٤ـ ادوات اخرى يراها الباحث بحسب ظروف منطقته ٠ منها ما يتعلـق بظروف المبيت ، والملبس تبعا للاحوال الجوية المتوقعة ، وظروف التغذية والمياه ٠٠ الخ ٠ وفي بعض الحالات يستحسن اخذ خيمة صغيرة او اكثر وادوات معسكـر خفيفة وخاصة في حالة المناطق الواسعة والمضرسة نسبيا حيث يستغرق الذهاب والعودة الى مقر سكني أو مقرات سكنية وقتا طويلا من اليوم ٠

ومن الضروري ان يستعين الباحث بشخص او شخصين يرافقانه اثنـاء الدراسة الميدانية ٠ هذا وبخاصة ان هناك من القياسات ما يصعب ان يجريهـا الباحث بمفرده ٠ فمثلا لا يسهل له عمل القطاع التضاريسي بمفرده ، كما يصبح مضطرا للاستلقاء ارضا لقياس بعض المنحدرات بطريقة النظر في فتحة الميزان ٠٠ الخ ٠ وفضلا عن ذلك فوجود مرافق او اثنين له يرفع معنويات الباحث وبخاصة في المناطق المضرسة وغير المأهولة ٠

---

(١) تتوفر هذه الاجهزة ايضا بشركة « كارل كولب » سابقة الذكر ٠

(ب) بعض جوانب الدراسة الميدانية

اذا كان الباحث بصدد دراسة جمرفلوجية متكاملة او متعددة الموضوعات فعادة ما يضع في ذهنه الجوانب الاربعة الرئيسية التي تهتم بها الدراسة الجمرفلوجية · وهذه الجوانب الاربعة هي خصائص البنية ، والعامل والعمليات، والشكل ، والتطور الجمرفلوجي · وهو يهدف اثناء دراسته الى تسجيل اكبر قدر ممكن من التفصيلات الميدانية التي تختص بهذه الجوانب · كما يعطي اهتماما خاصا لما هو غامض او غير مؤكد في خرائطه التي عملت من الصور الجوية والخرائط الكنتورية والجيولوجية ، ويحاول ان يجد الاجابة على الاستفسارات التي دونها اثناء تحليل الخرائط والصور الجوية · ذلك انه ينبغي اجراء ما يلزم من قياسات أو أخذ عينات وكتابة ملاحظات تفصيلية لهذه الاشكال او الظاهرات· فهذه البيانات قد تضيف شيئا جديدا عن منطقة الدراسة · وقد تكون بعض الاشكال او الظاهرات ذات اهمية خاصة رغم صغر ابعادها ·

ويمكن أن نورد هنا بعض ما يمكن اتباعه اثناء الدراسة الميدانية · هذا مع ملاحظة أن ذلك لا يغطي الا جزءا فقط مما يمكن القيام به اثناء الدراسة الميدانية في المناطق المختلفة · اي ان ما ياتي ذكره في النقاط الاربع التالية هو اطار عام لما يمكن عمله بصفة عامة في كثير من المناطق وليس في كل المناطق ·

١ ـ ملاحظات عن البنية الجيولوجية : يهتم الجمرفلوجي اهتماما خاصا بالبنية من حيث الجوانب التي تؤثر وتتأثر بالتعرية · وهكذا فهو يسجل كل ما يمكنه من بيانات عن هذين الجانبين · ومن أهم ما يسجل ما ياتي : ـ

أ ـ درجة ميل الطبقات واتجاهه في أكبر عدد من المواضع ، مع اهتمام خاص بالاجزاء التي يبلغ فيها الميل درجة كبيرة · ويستعمل في قياس الميل ميزان « ابنى » والبوصلة ، او البوصلة الحاوية لمقياس الميل والانحدار المعروفة « ببرنتون » أو غيرهما مما سبق ذكره منذ قليل · وينبغي تسجيل موقع القياس واتجاه الميل بدقة على الخرائط التمهيدية التي سبق اعدادها · وقد يلاحظ في بعض الاشكال التضاريسية ان منحدرات الميل لا تساوي درجة ميل الطبقات · فيسجل في هذه الحال كل من درجتي الميل والانحدار مع توضيح ماذا كان الاختلاف بينهما ناتجا عن النحت ام عن الارساب ·

ب ـ تسجيل بيانات عن سمك كل من الطبقات الرئيسية في المنطقة ، وعن مقدار وضوح اسطح الطباقية بين الطبقات المختلفة ، وكيفية تبادل الطبقات ··الخ مع ربط هذه العناصر بشكل سطح الارض عن طريق الملاحظة الدقيقة · كما

تجرى قياسات للمنحدرات سيأتى الكلام عنها تربط كذلك بتلك الملاحظات · ومما يذكر انه ينبغي تسجيل ملاحظات عن سطح عدم التوافق ان كان ظاهرا · ومما يذكر هنا عن سطوح عدم التوافق هو ان تسجل ملاحظات عن اهمية هذه السطوح في تسهيل التعرية كما يتبين من خصائصها الميدانية طبقا لمظهر التفكك والتحلل او النحت الذي اصابها · فتدون بيانات عن نوع وحجوم الارسابات والمفتتات الموجودة بها وعن مدى تماسك هذه المفتتات او الارسابات · ويمكن الافادة من هذه البيانات المباشرة ومن نتائج تحليل العينات التي تؤخذ في تتبع الظروف القديمة التي تكون اثناءها سطح عدم التوافق ·

جـ ـ تدون ملاحظات عن المفاصل الرئيسية والثانوية في المنطقة · فكثيرا ما يتبين الباحث نظاما او اكثر من نظم المفاصل تتخذ اتجاهات محددة ينبغي قياسها بالبوصلة · ومن المهم ان يقاس اتساع المفاصل في حالة المفاصل الواسعة وتقاس المسافات بينها ، ويسجل ماذا كانت هذه المفاصل خالية من الارسابات التالية لعمق كبير ، ونوع وحجوم هذه الارسابات ان وجدت · واذا لفتت هذه الارسابات النظر فيمكن اخذ بعض العينات منها · وقد يتضح للباحث ارتباط نظام او نظم المفاصل بأشكال سطح دقيقة مثل الاخوار gullies ، او بتقطع السطح في اشكال ثانوية طولية او شبه مستديرة او غير ذلك ·· الخ· كذلك مما يلزم ان تدون ملاحظات عن الشقوق والشروخ المختلفة في وصف دقيق ما امكن ·

د ـ تسجل ملاحظات عما يراه الباحث من درجة مقاومة الصخر للعمليات المختلفة ، وعن نوع العمليات التي يمكن ان يتأثر بها اكثر من غيرها طبقا لخصائصه الليثولوجية · فعلى سبيل المثال يمكن تقدير درجة الصلابة بطريقة الخدش ، وكذلك بوصف امكانية كسره بالشاكوش او فركه باليد ·· الخ · فذلك مما يوضح شيئا عن قابليته للنحت · كذلك ينبغي تقدير درجة المسامية porosity والنفاذية permeability ، وهناك وسائل مختلفة لذلك · ومن الضروري ان تجمع بيانات ميدانية تفصيلية عن التركيب الكيماوي المعدني للصخر · وعادة ما يجب اخذ عينات صخرية لتحليلها لهذا الغرض كما سنوضح عند الكلام عن تحليل العينات ·

٢ـ ملاحظات عن العامل والعملية : من المؤكد ان كثيرا من خصائص العامل لا يمكن فصلها عن دراسة العملية او عن الدراسة الجمرفلوجية طالما ان تلك الخصائص لها تاثيرها في تشكيل السطح · وهناك امثلة كثيرة توضح ذلك· نذكر من هذه الامثلة هنا على نحو سريع ان دراسة حركة الرمال بما فيها الكثبان

ترتبط ارتباطا قويا بسرعة هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة · كما ان هناك ارتباطا قويا بين سرعة تيار المياه وحجوم المفتتات التي ينقلها النهر · ونورد بعد قليل ما ينبغي تسجيله ميدانيا عن العوامل والعمليات الخارجية ·

ومما يذكر هنا أن كثيرا من البيانات الخاصة ببعض العوامل الخارجية يمكن الحصول عليها من مصادر رسمية او من دراسات اخرى اذا تصادف أن توفرت بعض القياسات عن منطقة الدراسة · مثال ذلك بعض البيانات التفصيلية عن الحرارة والتساقط والرياح · كذلك بعض القياسات المائية عن معدلات تصريف بعض الانهار ، وبعض ما تحمله من حمولة وخاصة من الطمى والصلصال ··· الخ ·

الا ان هناك ملحوظتين يستحسن ذكرهما بهذا الخصوص وبخاصة في الدراسات الجمرفلوجية التفصيلية · الملحوظة الاولى انه ينبغي مراعاة ان تكون البيانات المتوفرة هذه سواء كانت من مصادر رسمية أو من دراسات سابقة مختصة بعامل أو عوامل توجد في المنطقة ذاتها وليست عن مناطق مجاورة · أما ما قد يورد او يفحص من عوامل في مناطق مجاورة أو بعيدة لا يكون الا على سبيل المقارنة · بعبارة موجزة اذا كنا مثلا بصدد دراسة عن الحمولة في جزء من الانهار فينبغي ان تكون القياسات المتوفرة (وكذلك التي تجرى) في نفس ذلك الجزء وليست للاجزاء بعيدة · كذلك اذا كنا بصدد دراسة عن شكل الكثبان الرملية وتقدمها في منطقة ما فمن الضروري ان تكون القياسات المتوفرة هي عن نفس المنطقة التي تدرس كثبانها ·· الخ · ولهذا فاذا لم تكن هناك بيانات كافية عن منطقة الدراسة ـ وهذا هو ما يحدث غالبا ـ فينبغي ان يقوم الباحث بنفسه باجراء القياسات اللازمة ·

والملحوظة الثانية انه فضلا عن ضرورة الالمام بكل ما عمل من طرق لقياس تاثير العامل في دراسات اخرى فلا مانع من ان يفكر الباحث في طريقة او اكثر من ابتكاره لقياس هذا التاثير · فمما يذكر في هذا الصدد ان بعض وسائل البحث الميداني الجمرفلوجي الخاصة بقياس تاثير العامل هي من تصميم بعض الباحثين· وغنى عن الذكر بطبيعة الحال انه توجد بعض الاجهزة والوسائل المتفق عليها لقياس تاثير بعض العوامل ، الا انه لا زال هناك الكثير من التاثيرات التي تحتاج الى وسائل ميدانية جديدة ·

أما عن الملاحظات والقياسات التي ينبغي تسجيلها عن العامل والعملية فهي اكثر مما يبدو لاول وهلة · فهنالك تعدد في تاثير كل من العوامل المختلفة حتى في الاقليم الجمرفلوجي الواحد · فما بالنا اذا نظرنا الى تاثير العوامل الخارجية المختلفة · وعلى كل حال ففيما يلي بعض الامثلة فقط لما يمكن ان يحتاج اليه الباحث اثناء الدراسة الميدانية ·

أولا : تسجيل فعل الرياح : ينبغي تسجيل كل ما يمكن عن دور الرياح في النحت والنقل والارساب · ففيما يتعلق بالنحت تسجل ملاحظات مكتوبة وقياسات عن ابعاد التجاويف الناتجة عن النحت السفلى undermining · ويسجل ما قد يشير الى ان هذا النحت السفلي هو من فعل الرياح بصفة رئيسية او من فعلها بمساعدة عمليات اخرى كالتفكك والتحلل ·

فمثلا يمكن ان يكون التجويف او التجاويف الموجودة موافقة لجهة او جهات هبوب الرياح وسرعتها بحسب القياسات المتوفرة او التي ينبغي القيام بها · اما اذا كان التجويف متساويا من جميع الجهات كما هو الحال في بعض الموائد الصحراوية او عش الغراب ، بينما تشير القياسات الخاصة باتجاهات وسرعة الرياح الى ضعف الرياح وقلة هبوبها من اتجاه او اكثر فهذا مما ينبغي تسجيله وشرحه ·

وربما تكمن الاجابة على ذلك في اسباب بنيوية وعمليات التفكك والتحلل او في اسباب اخرى وليس في خصائص الرياح وحدها · فالمتوقع في حالة سيادة الرياح هبوبا وقوة من اتجاه او اتجاهين او ثلاثة اتجاهات متجاورة (من الاتجاهات الثمانية) ، ان يكون النحت السفلى اوضح في هذه الاتجاهات الثلاثة منه في بقية الجهات · اما اذا تساوى مقدار التجويف السفلى من جميع الجهات بالمائدة الصحراوية او الربوة الصغيرة او عش الغراب فهذا قد يكون لما يأتي :

١ـ نشاط التفكك والتحلل في الجانب او الجوانب المحمية من الرياح اكثر من الجانب او الجوانب المواجهة للرياح · وذلك قد يكون لسبب بنيوي مثل الاختلاف النسبي الجانبي في ليثولوجية الطبقة او الطبقات التي يظهر بها التجويف ·

٢ـ شدة ضعف الرياح لسبب ما من جميع الجهات وخاصة لعدم وجود حمولة من الرمال التي تساعد كثيرا على هذا النحت السفلي · وهكذا فلا يصح وصف هذا التجويف بأنه نتيجة النحت السفلى بواسطة الرياح ، بل ينبغي وصفه بتجويف ناتج عن تفاوت التفكك والتحلل differential weathering · كذلك يمكن ان ينتج هذا عن تفاوت حمولة الرياح من الرمال بحسب ظروف توفرها في الجهات المختلفة حول هذه الاشكال المذكورة · وهذا قد يؤدي الى شدة وضوح اثرها في الجانب الذي تهب عليه بمعدل وسرعة اقل ولكن بحمولة مناسبة من الرمال تساعد على النحت ·

٣ـ ليس من المستبعد في بعض الحالات ان يكون الجانب او الجوانب

المجوفة بعضها بفعل الرياح بينما هناك جانب او جوانب اخرى جوفت بفعل عامل تعرية اخر في وقت سابق كالتعرية البحرية او البحيرية · اضف الى هذا احتمال اختلاف الرياح في وقت سابق عما هي عليه الان· الا ان هذين الاحتمالين قليلا الاهمية في حالة الاشكال الدقيقة هذه نظرا لان الوقت الجيولوجي الذي يستغرق في وجودها عادة ما يكون قصيرا ·

٤ــ من الممكن ان تكون القياسات المتوفرة الخاصة بنسبة هبوب وسرعة الرياح من الاتجاهات المختلفة لا تمثل ما يسود فعلا حول مثل هذه الاشكال ذات التجاويف السفلية · ومن اهم اسباب ذلك أن تكون القياسات المتوفرة بعيدة نسبيا عن الموضع الذي يوجد به هذا الشكل التضاريسي الدقيق · وهكذا فان التضاريس الثانوية او غيرها مما يوجد في موضع الشكل التضاريسي قد تتسبب في عدم تطابق القياسات المتوفرة البعيدة نسبيا مع ما هو موجود فعلا من تيارات هوائية ثانوية حول هذا الشكل التضاريسي ·

ولعله لا يصح ان نتكلم عن النحت الهوائي كعملية رئيسية في تكوين المنخفضات الصحراوية فهذا قد يكون صحيحا الى حد ما بالنسبة لبعض المنخفضات الصغيرة جدا حيث يمكن الكلام عن النحت والنقل الهوائي كعمليتين تشتركان في تكوين هذه المنخفضات الصغيرة · ولكن هناك من الادلة ما يقلل كثيرا من دور النحت كعملية رئيسية في تكوين المنخفضات الكبيرة · ولا ينبغي ان ننظر فقط الى العصر الحديث الذي تسود فيه الرياح ، بل من الاصوب ان ينظر كذلك الى العصور الماضية الاكثر طولا والتي سادت بعضها ظروف اكثر رطوبة ·

اما عن النقل الهوائي فينبغي تسجيل ملاحظات مكتوبة وينبغي اجراء قياسات ايضا · ومن الملاحظات التي تكتب ما يمكن مشاهدته اثناء الرياح الخفيفة والرياح متوسطة السرعة واثناء العواصف · ويسجل ذلك في وصف دقيق ما امكن · فيراعى ذكر ما يتعلق بحركة الرمال بحجومها المختلفة اثناء هبوب الرياح وارتفاع الرمال عن سطح الارض ·· الخ · كما ينبغي تسجيل مقدار الرؤية في حالة العواصف الرملية ، والرملية الترابية ، والترابية ·

وهناك من التغيرات الدقيقة التي تصيب بعض الاشكال الرملية ما يمكن ملاحظتها في اوقات قصيرة · فهناك تغيرات تطرأ على التموجات الرملية الدقيقة بسبب ما يضاف اليها أو بسبب ما ينقل منها بفعل الرياح · وكذلك قد تنشأ أو تزال بعض التموجات الرملية التي توجد على غطاء رملي sand sheet او على جوانب الكثبان · وقد تحدث هذه خلال وقت قصير جدا قد يكونساعة او

بضع ساعات اثناء هبوب رياح نشطة او شديدة · ولكن ذلك يستغرق وقتا اطول في العادة وخاصة بالنسبة للتموجات الرملية الكبيرة التي يبدو ان بعضها بحسب الملاحظة الميدانية اقل حركة وتغيرا من الكثبان الهلالية على سبيل المقارنة ·

كذلك ينبغي تسجيل ملاحظات عن الارساب الهوائي · وليس من السهل تسجيل ملاحظات وفيرة عن ارساب الاتربة ، ولكن هذا قد يكون ممكنا نسبيا حيث ترسب كمية مرموقة يمكن اخذ عينة منها · ويمكن اذا لزم الامر تحليل هذه العينة تحليلا معدنيا وميكانيكيا محاولة للتعرف على اقرب مصادرها الممكنة ·
ولكن من السهل نسبيا تسجيل ملاحظات عن الارساب الرملي · ذلك انه يمكن مثلا تسجيل ملاحظات تفصيلية عن كمية الرمال والشكل الناتج عن الارساب بعد بعض العواصف الرملية · ومن الضروري تقدير سرعة الرياح اذا لم يكن من الممكن قياسها · ذلك انه اثناء العواصف الرملية يمكن ان تظهر بعض الاشكال الارسابية الدقيقة وخاصة الاشكال الذيلية الصغيرة خلف العقبات · وهكذا اذن يمكن وضع عقبات مناسبة بارتفاعات مختلفة تبين بعض العلاقات الخاصة بالنقل والارساب الهوائي ·

كذلك فان دراسة التغيرات التفصيلية التي تحدث للكثبان الهلالية والهلالية المعدلة والطولية وغيرها ، ومعدلات تقدم هذه الكثبان مع دراسة نسبة هبوب وسرعة الرياح من الاتجاهات المختلفة لنفس الموضع تعد من الموضوعات الميدانية الهامة · والكثيب المتحرك يعد في الواقع صورة من صور الارساب ولكنه يمكن اعتباره ايضا رمالا منقولة بحكم تحركه بسرعة ملموسة نسبيا · ولذلك فلا ينبغي فقط اخذ قواعد النقل والارساب عن طريق النماذج والمصائد التي استعملها « باجنولد » أو غيره بل يستحسن كذلك التوسع في تسجيل ملاحظات عن تغيرات الكثبان وحركتها ·

ويستغرق تسجيل ملاحظات عن التغيرات المرموقة في شكل وموقع الكثيب الهلالي مثلا وقتا لا يقل عن عدة شهور وقد يصل الى عدة سنوات · ولذلك فان الاوقات القصيرة نسبيا التي قد تخصص لدراسة ميدانية متكاملة عن جمرفلوجية احدى المناطق لا تكفي عادة الا لاخذ ملاحظات تفصيلية جدا · ترتبط بتغيرات سريعة · أما اذا كانت هناك دراسة ميدانية تهدف الى فحص الكثبان فقط فينبغي ان يخصص لها وقت طويل متصل أو وقت موزع على مدار السنة بحيث يمكن أخذ ملاحظات كافية عن التغيرات الكبيرة في شكل الكثيب وحركته ·

ثانيا : ملاحظات عن المياه الجارية : من الملاحظ ان الدراسات الجمرفلوجية والهيدرلوجية عن المياه الجارية يختص معظمها بالمناطق الرطبة حيث تسود

التعرية النهرية · وتشكل هذه الدراسات الجانب الاكبر من دراسات العامل والعملية في الجمرفلوجية ، بينما ليست هناك دراسات كافية عن المناطق الجافة وشبه الجافة تختص بالجريان الطارىء الذي قد يحدث من وقت لاخر · ولذلك فان مبادىء الدراسة الميدانية الخاصة بالمياه الجارية تختص في معظمها بالمناطق الرطبة · بينما ليست هناك أسس كافية للدراسة الميدانية للمياه طارئة الجريان في المناطق الجافة وشبه الجافة ·

وليس في الامكان ان نحيط هنا بكل او حتى بمعظم ما ينبغي عمله في الدراسة الميدانية لمائية الاحواض والشبكات النهرية · وهكذا نقتصر على بعض النقاط الهامة في هذا الجانب · هذا مع ملاحظة ان هذه النقاط عادة ما تعالج فقط في دراسة وحيدة الجانب تتركز على جمرفلوجية ومائية الاحواض النهرية وليس في دراسة متعددة الموضوعات · كذلك من المستحسن ان نوضح انها تختص بأحواض صغيرة وليس بأحواض شاسعة المساحة لا يمكن لباحث واحد ان يعالجها ·

تهتم دراسة مائية الحوض بما يعرف بالوارد input والمنصرف output وكذلك المفقود (الفاقد) والمختزن · وغالبا لا توجد محطات جوية ومحطات هيدرلوجية كافية تتوفر بها البيانات التفصيلية اللازمة لاجراء هذه الحسابات · فباستثناء الولايات المتحدة وبعض الدول الاوروبية (١) لا توجد القياسات الكافية للدراسات الهيدرولوجية والجمرفلوجية · كما ان دراسة مائية الحوض وما يرتبط بها من عمليات جمرفلوجية تتطلب قياسات وملاحظات اخرى بعيدا عن المجاري النهرية ، وفي اجزاء قد لا توجد بها محطات جوية (٢) ·

وهكذا فينبغي على الباحث في الغالب وخاصة في البلاد النامية ان يقوم بقياس ما يلزم بنفسه · وفيما يلي بعض الامثلة الهامة لما قد يلزم الباحث من قياسات هيدرلوجية وجمرفلوجية ·

١ـ قياس التساقط : يمكن ان يستعمل في ذلك ما يعرف بوعاء المطر الالي autographic raingauge · وهو يسجل خطا بيانيا للمطر الساقط في ساعات النهار كما يمكن استعمال وعاء المطر العادي · الا ان الاول يفيد كثيرافي دراسة رخات المطر وخاصة في المناطق شبه الصحراوية ·

---

(١) « ليوبولد » واخرون ، رقم ٣١ ، ص ١٦٩ ·

(٢) انظر التوزيع الممكن لمواقع قياس التساقط في الحوض النهري « هانويل » و « نيوسن » رقم ٢٦ ، ص ١١٩ ·

ومما يذكر انه ينبغي اخذ القياسات في عدة مواضع من الحوض النهري · ويزداد عـــدد هذه المواضع اذا كنـا بصدد حوض كبيـــر وخاصة في المناطق الاعصارية والموسمية حيث يوجد تفاوت في التوزيع المكاني لرخات المطر·

٢ـ قياس المنصرف : تقاس المياه المنصرفة من حوض نهري عند نهايـــة المجرى الرئيسي للشبكة النهرية · وغنى عن الذكر ان هذه القياسات قد تتوفر في بعض الحالات · أما اذا لم تكن متوفرة فهناك اكثر من طريقة لقياسها · من اهـم هذه الطـرق استعمــال ما يعرف بعداد التيــار current meter لقياس سرعـة التيار · وبمعرفة مساحة القطاع العرضي للمجرى يكون التصريف هو ناتج ضرب السرعة × مساحة القطاع العرضي · فاذا كانت سرعة التيار ٨ اقدام / ثانيـة ومساحة القطاع العرضي ١٠٠٠ قدم٢ يكون التصريف ٨٠٠٠ قدم٣ / ثانيـة · وهناك بضعة انواع من عداد التيار · فهناك عدادات صغيرة ، وعدادات اخـرى اكبر نسبيا منها العداد الدولي للتيار universal current meter وما يعـرف بـ revolution counter وغيرها (١) ·

ويمكن التغلب على صعوبة عدم وجود عداد التيار بان تقاس سرعة التيار بواسطة جسم عائم · مثال ذلك عصا في نهايتها ثقل ، او برتقالة · الا ان هـذه الطريقة تقريبية · هذا وخاصة انه كثيرا ما ينبغي قياس السرعة بحسب عمقين أو ثلاثة في كل من عدة نقاط على القطاع العرضي للمجرى · ويمكن الحصول على كمية المياه المنصرفة بنفس الطريقة سابقة الذكر ، اي بضرب السرعة في مساحـة القطاع العرضي للمجرى ·

ومن الواضح انه في كلتا الحالتين من الضروري ان يعمل قطاع عرضـي تفصيلي للمجرى · ويمكن ان يتم ذلك باستعمال احدى الطرق المتبعة · من هـذه الطرق قياس الاعماق بالقامة او بعمود خشبي مقسم في حالة المجارى غيـــر العميقة · اما بالنسبة للمجارى العميقة فيمكن ان تستعمل طرق مشابهة لقياسها مثال ذلك حبل أو خيـــط مقسم في نهايته ثقل كبيـــر ، او يستعمل جهاز عاكس الصوت echo sounder وخـاصة في حالة المجـاري العميقة جداً · ولكن هذا الجهاز قليلا ما يمكن توفيره ·

٣ـ حساب وقياس الفاقد : بطرح اجمالي التصريف اثناء الشهر او العام من اجمالي التساقط اثناء ذلك الشهر او ذلك العام يمكن الحصول على كميـة الفاقد بواسطة التبخر والنتح والتسرب · الا ان هذه الطريقة تعتبر غير دقيقـة

(١) يمكن طلب هذه الاجهزة من شركة « كارل كولب » التي سبقت الاشارة اليها ضمـن خطة وأجهزة الدراسة الميدانية ·

لحساب الفاقد · واهم اسباب ذلك ان المياه التي تنصرف اثناء شهر معين لا تمثل الفائض الفعلي بعد التبخر والنتح والتسرب · ذلك أنها من الممكن أن تكون اكبر او اقل مما يسجل نظرا لتفاوت كمية الفاقد بالتسرب الى الشبكة النهرية من وقت لاخر مما قد لا يوافق الحساب بهذه الطريقة · فعلى سبيل المثال يمكن ان تزداد كمية المياه ذات الاصل الجوفي الواردة فى أوائل العام · ومن الواضح أن هذه المياه ترجع أصلا لأمطار سقطت في العام السابق او قبله ·

ويعد ما سبق من اسباب اتباع منهج اخر عكسي يقوم على القياس الفعلي للفاقد بالتبخر والنتج والتسرب · الا ان هذا المنهج هو الاخر تعترضه عدة صعوبات وخاصة في قياس الفاقد بالتسرب · ويرجع ذلك خاصة الى شدة التفاوت عادة في مقدار ما يتسرب في المفتتات وفي الصخور من مكان لاخر بالحوض لاسباب عدة · وبطبيعة الحال لا يسهل اجراء قياسات كافية لكل اجزاء الحوض · كما ان وسائل القياس ذاتها لا تعتبر دقيقة بالقدر الكافي ·

ومما يذكر ان كثيرا من الانهار قد اقيمت عليها سدود او خزانات للتحكم في نظام تصريف النهر بما يناسب الحاجة · وهذا يعني بطبيعة الحال تغيير نظام الجريان في الجزء الواقع خلف السد او الخزان · وفي مثل هذه الحالات تنشأ موضوعات بحث عديدة تستلزم قياسات وملاحظات اخرى نتركها لمناسبة اخرى·

٤ ـ ملاحظات عن حمولة وارساب الانهار : حمولة النهر river load هي ما ينتقل مع المياه الجارية من مفتتات مختلفة الحجوم ومن مواد مذابة تعرف بالحمولة الكيميائية ، وتتراوح المفتتات المنقولة ما بين الكتل الصخرية والجلاميد التي تنقل بطريقة التدحرج على قاع المجرى الى الحجوم الصلصالية التي تنقل بطريقة التعلق suspension · اما الحمولة المذابة فهي تشمل مركبات عديدة · ويمكن الحصول على عينات من حمولة النهر وخاصة الصلصال والطمى والرمال اثناء انتقالها مع المياه الجارية · وسوف نعرض لبعض ما يتعلق بذلك بعد قليل · الا انه يمكن اثناء الدراسة الميدانية للاودية الجافة وللانهار فصلية الجريان اخذ قياسات عن حجوم المفتتات التي تخلفت في قاع الوادي او المجرى الفصلى في صورة ارساب · فمن الصحيح ان هذا صورة من صور الارساب في قاع المجرى · ولكن هذه الارسابات تمثل جزءا من الحمولة التي نقلتها المياه الجارية لمسافة ما ·

والواقع ان هذا الارساب قد يكون ارسابا مؤقتا بالنسبة لبعض الانهار الفصلية · ولكنه قد يكون اكثر تخلفا او بقاء في الاودية الجافة · ولا يعرف غالبا ما اذا كانت هذه الارسابات المؤقتة قد تنتقل لمسافة ما اثناء بعض السيول ·ذلك

انها من الممكن ان تكون قد ارسبت في ظروف جريان مائي قديم اقوى · ومن المفيد الى حد ما في تبين ذلك تسجيل قياسات او ملاحظات عما تأتي به المياه الطارئة من حمولة اثناء او عقب السيول مباشرة الى الاجزاء الدنيا او النهائية من خطوط الجريان · الا أن من أهم الصعوبات قياس أو تقدير كمية الحمولة الاجمالية · ولا تقتصر هذه الصعوبة على الجريان الطارىء والفصلي بل يعد هذا صعوبة كبيرة في حالة الانهار دائمة الجريان كما سنلمح بعد قليل ·

ومن الملاحظات التي يلزم تدوينها عن الخصائص الجمرفلوجية للحمولة والارساب نوع الصخر الذي اشتقت منه المفتتات · وذلك قد يكون سهلا احيانا للشخص المدرب على التمييز بين انواع الصخور · الا ان ذلك كثيرا ما يتطلب اخذ عينات لمعرفة نوعها وخاصة بالنسبة للمواد الدقيقة كالرمال والحصى الصغير فضلا عن الطمى · ومن الواضح ان معرفة مصدر الحمولة او الارسابات مما قد يفسر ظاهرة جمرفلوجية كالاسر والتحويل النهري ، او تعميق اعالي المجارى النهرية ووصولها الى صخر لم يكن ظاهرا على السطح من قبل · ومن الواضح أن هذا الجانب يعد من النقاط الهامة التي يعني بها الجمرفلوجي بينما لا يعني بها عالم المياه عادة ·

ومما يلزم كذلك تدوين قياسات عن استدارة الحصى والجلاميد التي تتخلف في قاع المجرى الفصلي أو في خطوط الجريان الطارىء في الاودية الجافة· فذلك عادة ما يلقى ضوءا على مقدار تعرضها للتدوير بفعل المياه الجارية · الا انه ينبغي الحذر نسبيا في هذه المسألة، وخاصة أن هناك تفاوتا كبيرا بين الصخور من حيث قابليتها للتدوير · وكذلك لاحتمال اعادة توزيع بعض الحصى والجلاميد التي سبق تدويرها في عصر جيولوجي اقدم وساعدت التطورات الجمرفلوجية على قدومها الى المجرى موضع الدراسة (١) ·

اما عن الحمولة التي تنتقل مع المياه الجارية فعلا فتختلف طرق الحصول عليها واخذ ملاحظات عنها بحسب ابعاد النهر ونوع الحمولة · فمثلا بالنسبة للانهار الصغيرة التي يقل عمقها عن متر ونصف يمكن الحصول على عينات من قيعانها بسهولة · وذلك بان يخوض شخص في النهر ويحصل من قاع المجرى على العينات اللازمة (٢) · كذلك فانه يمكن الحصول على عينات لهذه الحمولة الخشنة من القاع بواسطة الغطس اذا كان عمق النهر لا يتعدى عدة امتار · ومما

---

(١) انظر تساؤل « هانويل » و « نيوسن » ، رقم ٢٦ ، شكل (٦-٢) ، ص ١٤٥·

(٢) لبعض التفصيلات أنظر « هانويل » و « نيوسن » ، نفس المرجع ، ص ١٤٢ - ١٤٣·

يذكر ان العينات التي يحصل عليها يمكن ان تقتصر على الحصى والجلاميد فقط اذا رؤى ذلك . كما يمكن ان تكون عينات شاملة تضم الى جانب ذلك الرمال الخشنة والمتوسطة ، وربما الرمال الناعمة والطمى في حالة قلة تخبط التيار (١) .

ومن الواضح ان هذه العينات تمثل ارسابا مؤقتا وليس دائما نظرا لانها تنتقل مع المياه ، وهذه هي ما تعرف بالحمولة التي تنتقل بالجر in traction وهي تنتقل من وقت لاخر وخاصة أثناء الفيضانات العالية . ومما يؤكد انتقالها او ينفيه التعرف على ماذا كانت مشتقة من الصخر الاصلي الذي يمر فيه النهر في الجزء موضع الدراسة ام ما اذا كانت من صخر بعيد في اعالي النهر .

أما الحمولة الدقيقة التي تضم الصلصال بصفة رئيسية والطمى ، وربما الرمال الناعمة والمتوسطة فتوجد عنها قياسات بالنسبة لبعض المجارى النهرية الكبيرة ولكن قد يتطلب الامر اخذ عينات منها بالنسبة لنهر لا توجد عنه قياسات . ويمكن في هذه الحال اخذ عينات كافية من المياه الجارية بما تحتوي من مواد عالقة ويتم تبخير المياه للحصول على هذه المواد . ومن الضروري الحصول على عينات مناسبة توفر مواد كافية يمكن تصنيفها بعد تجفيفها الى صلصال وطمى ورمال ناعمة . كذلك ينبغي اجراء تحليل مجهري لتبين محتوياتها المعدنية مما يساعد على تحديد مصادر هذه الحمولة . ومن الواضح ان الرمال الخشنة والحصى والجلاميد لا تاتي ضمن العينات التي تؤخذ من مياه النهر . ولهذا فلا ينبغي اهمال العينات الشاملة التي تؤخذ من قاع النهر بحيث تمثل اصناف الحمولة الخشنة .

الا ان تقدير حمولة النهر الاجمالية يعد من الامور التقريبية رغم انها حسابية . ويتم حساب ذلك عادة بناء على حمولة النهر من الصلصال والطمى والرمال الناعمة فقط لانه من الصعب أن يحصل على الرمال الخشنة والحصى والجلاميد والكتل كما سبق أن تبين . ويتم تقدير ذلك بناء على مقدار ما يحتويه المتر المكعب أو القدم المكعب من حمولة ثم تضرب هذه الكمية في مقدار التصريف .

أما الارساب النهري فيصعب قياسه او تقديره وخاصة بالنسبة للمفتتات الخشنة اثناء الدراسة الميدانية . الا انه يمكن ان نورد هنا بايجاز بعض الطرق الميدانية التي تتبع في اخذ بيانات عن الارساب . وهذه الطرق هي :

---

(١) انظر مثلا « ستريلر » رقم ٣٨ ، ص ٤٨٨ .

أ ـ مسجل الصدى echo-sounder : ويستعمل مسجل صدى الصوت في قياس الاعماق · ولهذا فانه في حالة الارساب الوفير ما بين عام واخر او كل عدة اعوام يمكن عمل قطاعات لقاع المجرى لتبين الاختلاف بين المرة والتي تليها· الا أن هذه الطريقة ـ أو أي طريقة أخرى لعمل قطاعات للمجرى ـ لا تصلح الا اذا كان الارساب بكميات ضخمة جدا في المجرى · وهذا قلما يحدث في الاحوال العادية · وتستعمل هذه الطريقة في قياس الارساب في الجزء الجنوبي من بحيرة السد العالي حيث يرسب معظم ما يأتي به النيل من مواد عالقة الى البحيرة ·

وباجراء مقارنة بين القطاعات في كل مرة مع الاخذ في الحسبان تغير مستوى المياه يمكن الحصول على التغيرات الناتجة عن الاطماء · وبرسم قطاعات منطبعة للقاع يتضح الفرق بين القطاع عند القياس السابق والقطاع الجديد · الا انه مما يذكر ان رسم القطاعات للمقارنة على هذا النحو لا يتيسر الا في حالة الاطماء السريع · أما في حالة حدوث الارساب بمقادير صغيرة فلا يسهل عمل هذه القطاعات المنطبعة ويكتفي بالفرق الذي يسجله جهاز الصدى لتقدير سمك الارساب في القطاع موضع البحث ·

ومن الطبيعي ان الباحث يمكن له ان يحدد مواضع معينة لاجراء القياسات اللازمة · ففضلا عن حاجة الباحث لقياسات على مسافات منتظمة مثلا فهو قد يرى اهمية خاصة في بعض المواضع ، مثال ذلك عند الجزر النهرية حيث يحتمل زيادة الارساب عادة · كذلك عند الجوانب المحدبة من الثنيات النهرية حيث يزداد الارساب ايضا · الا انه مما يذكر من عيوب هذه الطريقة فضلا عما ذكر من قلة صلاحيتها في حالة الارساب البطيء هو انها قد تتضمن بعض الاخطاء احيانا · ومن بين هذه الاخطاء ان خط القطاع الذي يسلكه القائم بالقياس في المرة الاولى قد لا يطابق خط القطاع الذي يسلك في المرة التالية · وهكذا يوجد بعض الخطأ لاختلاف موضع القطاعين ·

ب : طريقة قياس الحمولة الدقيقة : تستعمل هذه الطريقة في قياس الحمولة وقياس الارساب أيضا مما ينقله ويرسبه النهر من طمي وحجوم صلصالية · أما الحمولة الخشنة التي تنتقل بالقفز والتدحرج على قاع المجرى فهي لا تدخل في الحساب بهذه الطريقة ·

ولتوضيح كيفية اتباع هذه الطريقة نذكر أولا احدى البديهيات وهي أن حمولة النهر عند نقطة معينة قد تزيد عن حمولته عند نقطة اخرى باتجاه المصب · وفي هذه الحال فان الفرق بين الحمولتين هو مقدار الارساب في القطاع الواقع بين النقطتين · هذا مع مراعاة عدم تدخل احد الروافد بين النقطتين المعنيتين ·

ولقياس نسبة او كمية الحمولة الدقيقة في موضع معين يمكن اخذ عينة او اكثر من هذا الموضع ويتم تحليلها لمعرفة النسبة المئوية للحمولة بالنسبة للمياه٠ وهكذا يجري تحليل عينة او عينات اخرى من الموضع الثاني ، وهكذا٠ وبمعرفة توزيع النسبة المئوية لهذه الحمولة الدقيقة في المواضع المختلفة يمكن معرفة الارساب بناء على ذلك٠ فاذا كانت نسبة الحمولة الدقيقة ٣٠٪ مثلا عند الموضع الاول ثم ٢٠٪ عند الموضع التالي فهذا يعني ان ١٠ ٪ من الحمولة قد ترسبت في المسافة الواقعة بينهما٠ وهذه النسبة المئوية ثابتة بطبيعة الحال للجالون او للمتر المكعب او للكيلو متر المكعب (مليار م٣)٠ كما يمكن حسابها بالوزن٠ وهكذا يمكن معرفة مقدار الارساب بالامتار او الكيلومترات المكعبة مثلا ، أو بالطن ، بين كل نقطة والتي تليها٠ الا أنه مما يجب ذكره أن الالمام بصورة أقرب الى الصحة عن ارساب هذه المواد الدقيقة يتطلب اخذ عينات كافية وخاصة في حالة عمل خريطة لتوزيع الحمولة او الارساب٠

جـ : طريقة الافادة بالاستشعار من بعد : يمكن الافادة جزئيا بالاستشعار من بعد remote sensing في قياس وتوزيع الحمولة والارساب في المجرى النهرى أو أمام أحد السدود كما هو الحال بالنسبة للسد العالي٠ فقد سبق أن المحنا في النقطة السابقة الى تغير الحمولة من الصلصال والطمى من مكان لاخر في اتجاه المصب٠ ويرتبط بتغير مقدار الحمولة الناعمة (طمى وصلصال) تغير في درجة العكارة اي في لون المياه٠ ولما كانت امكانيات تصوير الاستشعار من بعد على درجة عالية من الدقة والتفصيل في تمييز درجات العكارة ، فيمكن الافادة جزئيا بهذه الوسيلة في تقدير الحمولة والارساب ، وتوزيعهما في خرائط مناسبة٠

فلو افترضنا أن لدينا خريطة تبين درجات العكارة على هيئة الوان مختلفة أو متباينة فانه يمكن اعتبار كل لون أو كل درجة من درجات اللون دليلا على مقدار معين من الحمولة الدقيقة المرتبطة بالعكارة٠ وبناء على ذلك فانه يمكن اخذ عدد من عينات المياه للحصول على مقدار الحمولة التي تمثل كلا من الالوان الواردة في خريطة الاستشعار من بعد٠ وهذا يعني بطبيعة الحال أن العينات اللازمة قد تكون أقل مما يلزم في الطريقة السابقة٠ كما يعني ذلك سرعة عمل خريطة تمثل توزيع الارساب فضلا عن خريطة لتوزيع الحمولة الدقيقة٠ ومع أن تكلفة الاستشعار من بعد لا زالت باهظة الا انه يوفر مجهودا كبيرا لاخراج خريطة أو مجموعة خرائط لهذه الجوانب٠

ثالثا ـ بيانات ميدانية عن الشكل form : هناك عدة أوجه تتضمنها دراسة الشكل٠ واهم هذه الاوجه هو دراسة المنحدرات عن طريق عمل القطاعات

التضاريسية الميدانية . كذلك هناك ما يعرف بالخريطة المرفلوجية الميدانية ، أو الميدانية ـ المعملية التي يستعان احيانا في عملها بالصور الجوية ، والتي تركز على توزيع أشكال الانحدار . ومن المستحسن أن تحتوي هـــذه الخرائط بقدر الامكان على الاشكال المصنفة أصوليا على أساس البيانات الميدانية مثل المصاطب النهرية ، والمروحات الغرينيـــة ، وغيرها . واذا لم يتيسر الجميع بين بيانات الانحدار وهذه التصنيفات الاصولية فيستحسن عمل خريطة أخـــرى أو أكثر لتوضيح أشكال السطح على أساس أصولي ميداني .

فتقليلا لازدحام الخريطة ولسهولة اخراجها واستعمالها فيمكن أن تركـز الخريطة المرفلوجية على المنحدرات فقط دون اضافات أخرى وذلك على نحو مـا يقترح « ووترز » و « سافيجير » . وفي هذه الحال فيلزم أخذ بيانات ميدانية عن كل من أشكال السطح الثانوية على اساس أصولى لتمثيلها في خرائط أخرى مرفلوجية أو على الاصح خرائط جمرفلوجية ، أو لاعطاء وصف تفصيلي عن هذه الاشكال كتابة .

وليس هناك اتفاق كبير على طريقة عمل القطاع التضاريسي . فمن حيث المسافات المقاسة يمكن أن تتراوح بين متر واحد أو حتى أقل وعشرات الامتار . ويتوقف هذا على بضعة أمور من أهمها الطول الكلي للقطاع المقاس ، ومقـدار تغيـرات وكسـور الانحـدار changes & breaks of slope ، والهدف من عمـل القطاع . والوقت المخصص لعمل القطاع أو القطاعات المطلوبـــة . وهناك من الباحثين من يرى أن تكون المسافات المقاسة موحدة كأن تكون كل عشرة أمتار أو كل عشرين مترا مثلا . بينما هناك من يرى ضرورة الاهتمام بكل تغيرات وكسور الانحدار بحيث تكون هذه التغيرات والكسور مواضع تبدأ وتنتهي عندها قياسات القطاع . أما في المسافات التي لا توجد بها تغيرات أو كسور فيمكن استعمال مسافة ثابتة كأن تكون كل ٢٠ أو ٣٠ متر مثلا .

كذلك هناك بعض الاختلاف حول طريقة تحليل ومقارنة القطاعات المختلفة. فهناك من يرى الاكتفاء بتحليل ومقارنة القطاعات مرسومة في وضع متتابع ، أو كقطاعات منطبعة أو غيرها . وهناك من يرى تحليلها ومقارنتها بطرق احصائية من بينها ما يقترحه « ينج » فيما أسماه ببرنامج كمبيوتر لتحليل الانحدار (١) .

وهناك اتفاق بين أغلب الباحثين على الاكتفاء في القياس بميزان « أبنى » ، والشريط بالاضافة الى الشواخص (٢) . والمعروف أن ميزان « أبنى » يقيس

---

(١) راجع « نيوونهويس » ، رقم ٣٢ ، « سافيجير » ، رقم ٣٤، «ينج» ، رقم ٤٠.

(٢) يمكن الاستغناء عن الشواخص في حالة وجود مرافق او اكثر للباحث .

الى نصف درجة ، بل هناك من بعض أصنافه ما يقيس الى عشر دقائق · وليس من الضروري في دراسة القطاعات أن ننشد الدقة لاقل من نصف درجة باستعمال أجهزة مساحية أخرى · وتستثنى من ذلكبطبيعة الحال دراسة قطاعات المناطق شبه المستوية حيث يصبح ميزان أبنى أو ما شابهه من الاجهزة الصغيرة غير مناسب بحيث يفضل عمل ميزانية levelling اذا دعت الحاجة ·

ومما يستحسن التذكير به هنا ان هناك بضعة أجهزة أخرى لقياس الانحدار (والميل) ولا مانع من استعمال أي منها في عمل القطاعات · من هذه الاجهزة بوصلة « برنتون » الحاوية لميزان لقياس الانحدار والميل · كذلك هنالك بعض الاجهزة الاخرى التي سبق ذكر بعضها في معرض الكلام عن بعض الاجهزة اللازمة للدراسة الميدانية ·

أما الخريطة المرفلوجية التي تركز على المنحدرات فهي يمكن عملها بالمسح الميداني ولكن يمكن عملها ايضا من الصور الجوية · وفيما يتعلق بالنوع الميداني فيقوم على اجراء مسح تفصيلي للمنطقة المعنية بحيث يوقع على خريطة طبغرافية كل ما يمكن من تغيرات وكسور الانحدار ، والاقسام المحدبة والمقعرة ، كما تقاس بعض درجات الانحدار واتجاهه وتسجل في الخريطة · ثم يمكن اضافة بعض نقط المناسيب أو حتى بعض خطوط الكنتور عند اخراج الخريطة نهائيا · وفيما يتعلق بالرموز التي يمكن استعمالها في هذا النوع من الخرائط فيمكن اتباع ما اقترحه « ووترز » ، أو « سافيجير » (١) ·

أما اذا تضمنت البيانات الميدانية جوانب أصولية عن أشكال السطح – وهذا هو ما يحدث عادة – فيستحسن الاستعانة ببعض الرموز الاخرى عند عمل خريطة او خرائط جمرفلوجية تمثل ذلك · ومن هذه الرموز ما ورد مثلا في كتاب المعهد الدولي للمسح الجوي وعلوم الارض بهولنده (٢) · كذلك لا مانع من الاستعانة بما يراه الباحث مناسبا من رموز وردت في بحوث أخرى ، بل في الامكان كذلك اقتراح بعض الرموز الخاصة اذا كان ذلك أكثر مناسبة ·

رابعا – بيانات ميدانية عن التطور : ان تطور أشكال السطح وكذلك تطور قدرة ونوع عوامل وعمليات التعرية جوانب رئيسية في الدراسة الجمرفلوجية · والواقع أن أخذ بيانات ميدانية فضلا عن تحليل الخرائط والصور الجوية ·· الخ

---

(١) انظر سافيجير ، رقم ٣٥ ، او مثلا طه جاد ، رقم ١١ ، الجزء الثاني·

(٢) انظر I. T. C. ، رقم ٢٨·

من الجوانب التي تناولناها في النقاط الثلاث السابقة لما يساهم في تبين بعض جوانب التطور · ومع ذلك فان التركيز أكثر على دراسة التطور في منطقة ما قد يكون موضع اهتمام خاص من الباحث لسبب أو لاخر · من بين هذه الاسباب أن تكون منطقة الدراسة ذات تاريخ جمرفلوجي قديم وتشير الادلة الميدانية الى احتوائها على أدلة كثيرة عن التعاقب الجمرفلوجي · وقد يكون الاهتمام بهذا الجانب ذا فائدة في القاء الضوء على المناطق المجاورة ، أو حتى المناطق البعيدة نسبيا في بعض الحالات ·

وتختلف البيانات الميدانية التي تخدم هذا الجانب من منطقة لاخرى ، فكل منطقة لها ظروفها الجمرفلوجية · ومن بين ما يذكر كعناصر جمرفلوجية لها دلالتها التطورية ما يعرف بالفصيلات outliers والدخيلات inliers وسطوح عدم التوافق ، والمصاطب النهرية ، ونقط التجديد ، وسطوح التعرية ، وبعض علامات الاسر النهري ، وأوضاع وأنواع الحصى والجلاميد والكتل الضخمة المنقولة ·· الخ · وكل من هذه العناصر يمكن أن تجمع عنها ملاحظات ميدانية تفصيلية بعضها قد لا يتوفر بأي وسيلة أخرى ·

ولضيق المجال ليس من المستحسن أن نتناول ما يمكن تسجيله ميدانيا عن كل تلك العناصر ذات الدلالة في دراسة التطور · الا أنه من الممكن أن نسوق بعض الامثلة للتدليل على أهمية الدراسة الميدانية في استيضاح التطور ·

المثال الاول أنه يمكن أن نجد شكلا تضاريسيا دقيقا قد لا يكون كثير التكرار في منطقة ما ومن ثم فهو لا يشكل مظهرا جمرفلوجيا هاما من حيث مقدار التوزيع المكاني أو من حيث التضرس · ولكنه مع ذلك قد يتضمن أدلة هامة تخدم دراسة التطور كثيرا ، ولا تظهر الا بالدراسة الميدانية · من هذه الادلة أن هذا الشكل التضاريسي الصغير قد يكون من ارسابات سطحية قديمة متماسكة نسبيا عادة ما تكون لها أهميتها في تحديد نوع عامل وعمليات التعرية وظروف الارساب في وقت سابق · وفضلا عن الافادة بالخصائص المعدنية والطبيعية للارسابات القديمة فان بنية هذه الاشكال الثانوية المرتبطة بالارسابات القديمة قد ترجح شيئا عن ظروف الارساب وما ساد من عوامل وعمليات تعرية في المنطقة وما جاورها · فالطباقية الكاذبة false bedding مثلا لها دلالتها الخاصة ، والطباقية الرقيقة الافقية لها دلالتها كذلك ·· الخ ·

مثال آخر هو ان أحد الكاتبين قد لاحظ في احدى الرحلات العلمية (١) الى

---

(١) رحلة علمية لطلاب الفرقة الثالثة بقسم الجغرافية بآداب عين شمس الى مصر الوسطى في ربيع عام ١٩٧٧ (باشراف د· طه جاد والسيد عبدالعزيز عبداللطيف)·

مصر الوسطى وجود جلاميد وحصى ناري مستديـــر ، بسمك يزيد عن خمسة أمتار في موضع على المنحدرات الجنوبيــة الشرقية « جبل » أبو صير · ونظرا لكثرة الجلاميد التـي يبلـغ طول محـور بعضها نحو ـ ١٠ سم ، ووقوع هـذه الارسابات في وسط السهل الفيضي الـــى الغرب من مجرى النيل فان هـــذه الارسابات تعد ذات أهمية بالغة في تتبـــع التطور الجمرفلوجي لمنطقة مصر الوسطى · وبصرف النظر عما ترجحه هذه الارسابات من أوضاع جمرفلوجية قديمة لا مجال للكلام عنها الان فان هذه الارسابات لا يمكن أن تمثل في الخرائط العادية كما لا يمكن أن تظهر في الصور الجوية بمختلف أنواعها على حين أنها صودفت أثناء الدراسة الميدانية ·

مثال ثالث مما لاحظه أحد الكاتبين أثناء بعض الدراسات الميدانية الـــى الجنوب الغربي من سهل الزيات بين الخارجة والداخلة في مصر بعض جلاميد وحصى من حجر جيرى شبه متبلور في منطقة تنحدر باتجاه الشمال · ونظرا للانحدار في هذا الاتجاه فمن المرجح أن هذه الجلاميد والحصى لم تات بها المياه الجارية من ناحية المنحدر الرئيسي الذي تتكون قمته من ذلك الحجر الجيري شبه المتبلور · والحقيقة أن هذه المفتتات على قلة انتشارها فان لها أهميتها البالغة في الاستدلال على بعض التطورات السابقـة كتراجع المنحدرات الرئيسية الى الشمال من نطاق درب الغبارى بطريقة شبه متوازية مـــع ازدياد عمق المنخفض التالي المجاور لحضيض تلك المنحدرات · ومن الواضـــح أن هذه الجلاميـــد والحصى لا يمكن أن تتوفر عنها بيانات الا بالدراسة الميدانية في المقام الاول ·

مثال رابع هو أنه قد لوحظ أثناء احدى الرحلات العلمية الى منطقة الساحل الغربي لخليـج السويس والبحر الاحمر (١) وجـود بنية مشطوفـة truncated في الجزء الادنى الايمن من وادي عربه (بالتحديد في أقصى الجنوب الشرقـي من قاع الوادي بالقرب من الطريق المؤدي الى دير انطونيوس) · وتتكون صخور هذه الابنية المشطوفة من طبقات تميل في اتجاه الجنوب الغربي ميلا طفيفا وتعلوهـا ارسابات سطحية حديثة بسمك يتراوح بين متر ومترين في كثير من الربوات التي توجد في ذلك الموضع · وبصرف النظر عن تأريـخ هـــذا الوضع فان ظواهر الطبقات المائلة المشطوفة لا يمكن أن تظهر في أي خرائط أو أي صور جويـــة نظرا لوجود الظواهر الصخرية في منحدرات شديدة · والواقع أن أي منحدرات شديدة لا تتوفر عنها بيانات كافية من الخرائط والصور الجوية على حين أنـــه يمكن جميع بيانات عنها بالدراسة الميدانية ولو ببعض المجهود ·

---

(١) رحلة علمية لطلاب الفرقة الرابعة بقسم الجغرافية بآداب عين شمس الى المنطقة المذكورة في ربيع عام ١٩٧٧ (باشراف د· نبيل امبابي و د· طه جاد)·

٣ ـ جمع العينات وتحليلها

يدخل جمع العينات ضمن العمل الميداني في الدراسة الجمرفلوجية · ولكن لعله من المستحسن أن نتناول هنا ما يتعلق بجمع العينات تحت هذا العنوان مع ما يتعلق بتحليل العينات معمليا زيادة في ربط هذين الجانبين ·

ولعله يتبين مما سبق أن تحليل الخرائط والصور الجوية والدراسة الميدانية هي أعمال من صميم مهمة الجغرافي ـ الجمرفلوجي بينما التحليل المعملي بمختلف أنواعه ليس من عمل الجغرافي ـ الجمرفلوجي في المقام الاول · فهناك من غير الجغرافيين وغير الجمرفلوجيين من هم اكثر تخصصا في التحليلات المعملية المختلفة التي يلزم الافادة بها من الوجهة الجمرفلوجية · فالمتخصصون في التربة مثلا لديهم الوسائل والخبرة في تحليل التربة (المفتتات والارسابات السطحية) كيماويا وميكانيكيا · كذلك فان الفحص المجهري المعدني وللحفريات الدقيقة هو من عمل الجيولوجيين بصفة رئيسية ·· الخ ··

ومع ذلك فانه من المستحسن للجمرفلوجي أن يلم الى حد ما باهم وسائل التحليل المعملية والجوانب المختلفة للتحليل · والهدف الرئيسي لذلك هو الافادة من هذه الوسائل بقدر الامكان ولو كان ذلك بالاستعانة بالغير في التوصل الى بعض البيانات المعملية التي تساهم عادة بالخروج بنتائج اكثر دقة · وعلى الباحث في هذا الجانب أن يجمع العينات المختلفة التي يتوقع أن تكون ذات أهمية خاصة في منطقة أو موضوع دراسته · ثم على الباحث أن يحدد الهدف من أوجه التحليل للعينات المختلفة · ويعتبر اختيار العينات وتحديد الهدف من تحليل كل منها وكذلك وسيلة التحليل من أهم ما يؤخذ في الحسبان · وفيما يلي بعض ما يتعلق باختيار العينات والهدف من هذا الاختيار ثم عرض لاهم وسائل التحليل المفيدة للدراسة الجمرفلوجية ·

هناك أصناف مختلفة من العينات التي تهم الجمرفلوجي من أهمها عينات الصخر الاصلي وعينات الارسابات والمفتتات السطحية بما فيها عينات الاشكال الرملية كالكثبان والحواف والتموجات الرملية sand ridges; sand ripples وهناك بضعة أهداف يتوقف عليها اختيار العينات لعلها تظهر من خلال المناقشة التالية · ففيما يتعلق بعينات الصخر الاصلي يعد التعرف على المكونات المعدنية جانبا هاما في القاء الضوء على مقدار وكيفية الاستجابة لعمليات التفكك والتحلل وعمليات النحت · ومن المعلوم أن اخذ عينات من الصخور التي لم يسبق التعرف عليها جيدا يعد أمرا ضروريا أما في حالة الصخور المعروفة فيمكن

التقليل نسبيا من عيناتها مع جمع بيانات اخـــرى عـــن بقية الجوانب البنيوية للصخر ·

والواقع أنه يوجد تفاوت في التركيب المعدني الكيماوي للصخر الواحد من منطقة لاخرى بحيث لا ينبغي اهمال عينات الصخر الاصلي اهمالا تاما · فهناك مثـلا مـا يبـدو كطفـل shale ولكنه قد يكون طفلا كلسيا او مارل ، اي يحتوي على نسبة من الكلس الى جانب مكوناته الصلصالية التي تختلف هي الاخرى الى حد ما من صخر طفلى أو مارلى الى آخر · وما قيل عن الطفل يقال عن صخور اخرى فالحجر الجيري قد لايحتوي على نسبة تذكر من الشوائب كما قد تصل هذه النسبة الى ١٠٪ أو نحو ذلك · وفي المناطق التــــي لم تسبق دراستها دراسة جيولوجية كافية قد يحدث خلط بين صخر واخـــــر مختلف تماما · فهناك من الصخور ما تتشابه جدا في المظهر الخارجي ولكنها تختلف تماما ·

ولأخذ عينة من الصخر الاصلي على نحو سليم يكسر جزء من الصخر غير متاثر بالتفكك والتحلل بقدر الامكان · ويستعمل الشاكوش الجيولوجي المعروف في الكسر · ومع هذا فمن الضروري عادة تسجيل ملاحظات عن تاثير التفكـك والتحلل في السمك السطحي من الصخر · وقد يكون هناك ما يعرف بالورنيش varnish الذي قـد تكون له اهمية خاصة مما يتطلب اخذ عينات منه ان أمكن وخاصة اذا كان بسمك مرموق ·

وفيما يختص بالمفتتات والارسابات السطحيـــــة فهي تتفاوت في السمك والتوزيع وحجوم مكوناتها من مكان لاخر · ومن الواضح ان الكلام هنا يختص بالمفتتات والارسابات التي يمكن اخذ عينات منها بهدف تحليلها معمليا · فلا مجال لأخذ الكتل والجلاميد الضخمة ويكتفى بتدوين ملاحظات ميدانية عنها بينما تؤخذ عينات من المفتتات الدقيقة والارسابات في الأكياس التي سبق وصفها ·

وهناك توزيعات مختلفة للمفتتات والارسابات السطحية التـــي تتطلب التحليل المعملي (صلصال ، طمى ، رمـــــل ، حصى ، فضلا عن الارسابات الكيمائية) · فهناك مثلا من المفتتات والارسابات ما يوجد في قيعان المنخفضات الصحراوية والجبلية ، وقيعان الاودية النهرية ، والمناطق الساحلية ، وحتى على بعض مساحات الهضاب والتلال ·· الخ · كما ان هناك ما قد يوجد في بعض الشقوق والمفاصل الواسعة نسبيا من مفتتات موضعية أو ارسابات تالية ·

ومن أهداف تحليل عينات المفتتات والارسابات السطحية مقارنتها بالصخر الاصلي لمعرفة ماذا كانت منقولة ام محلية · كذلك قد يهدف الباحث التي تتبـع بعض العمليات الكيمائية والميكانيكية التي تاثرت بها المفتتات او الارسابات ·

ويصبح التحليل ضروريا في حالة دقـــة مكونات الارسابات السطحية وعدم احتوائها على مفتتات خشنة تساعد على تبين مصدرها · ومن الطبيعي أن توجد حالات يسهل فيها البت ما اذا كانت الارسابات موضعية أم منقولة علـــى حين أن ذلك يصعب في حالات أخرى · ولدراسة هذا الجانب يتطلب الامـــر تحليلا معدنيا لكل من الصخر الاصلي والارسابات السطحية بقصد مقارنة معادن كـل منهما بالاخرى ·

وهناك حالات يتبين فيها أن المواد السطحية الدقيقة تحتوي علـــى معظم المعادن التي يحتويها الصخر الاصلي · وهذا يرجح أو يؤكد أن هـــذه المواد السطحية مشتقة من صخور الموضع ذاته وقد لا تكون هذه المواد متأثرة كيمائيا بصورة شديدة مما قد يعزى الى ضعف عمليات التحلل الصخري ونشاط التفكك الميكانيكي ، كما قد يعزى الى شدة مقاومة هذه المعادن للتحلل · ومما يساعد على الفصل بين الاحتمالين ما يعرف عن خصائصها الكيمائية في المعمل وكذلك ما يعرف عنها من دراسات أخرى في مناطق أخرى ·

بينما هناك حالات تختلف عن ذلك حيث يتضح أن كثيرا من المعادن التـي يحتويها الصخر الاصلي ليست ممثلة في الارسابات السطحية · ومن الطبيعي أن هذا قد يؤدي الى التفكير بانها قد تكون منقولة · الا أن هـــذا من الممكن أن يحدث للمواد السطحية الدقيقة نظرا لشدة قابلية معادن الصخر الاصلي لعمليات تحلل واسعة النطاق ، وخاصة اذا ساعد عنصر الوقت والظروف المناخية علـى ذلك ·

من الواضح اذن أنه اذا وجدت معظم معادن الصخر الاصلي في المـــواد السطحية الدقيقة فهذا يرجح انها موضعية · بل قد يشير وجود معدن أو بضعة معادن قليلة مميزة الى انها موضعية في ضوء عدم وجود هذه المعادن المميزة الا في هذا الموضع ولا يوجد مصدر قريب لها · ومن الطبيعي أن نجد بعض المـواد السطحية الدقيقة خالية من معادن وأملاح سريعة الذوبان أو التحلل على حين انها تضم بعض المعادن شديدة المقاومة للتحلل مثل الكوارتز ، والفلسبارات ، الى جانب بعض المعادن الثانوية التي أعيد تكونها محليا مثل الكالسيت والليمونيت والدولوميت والمعادن الصلصالية ·

وفي ضوء ما تقدم فان مقارنة المعادن المكونة للصخر الاصلي بمعادن المواد السطحية الدقيقة التي تعلوه تفيد في التعرف على مصدرها · ويتضمن هذا ايضا تسهيل التعرف على بعض عمليات التحلل التي قد تؤخذ كمؤشر الى مائية السطح والظروف المناخية وما يرتبط بها من خصائص عمليات وعوامل التعرية · وهـذا يعتبر كذلك من الاهداف الهامة لاخذ العينات السطحية وتحليلها ·

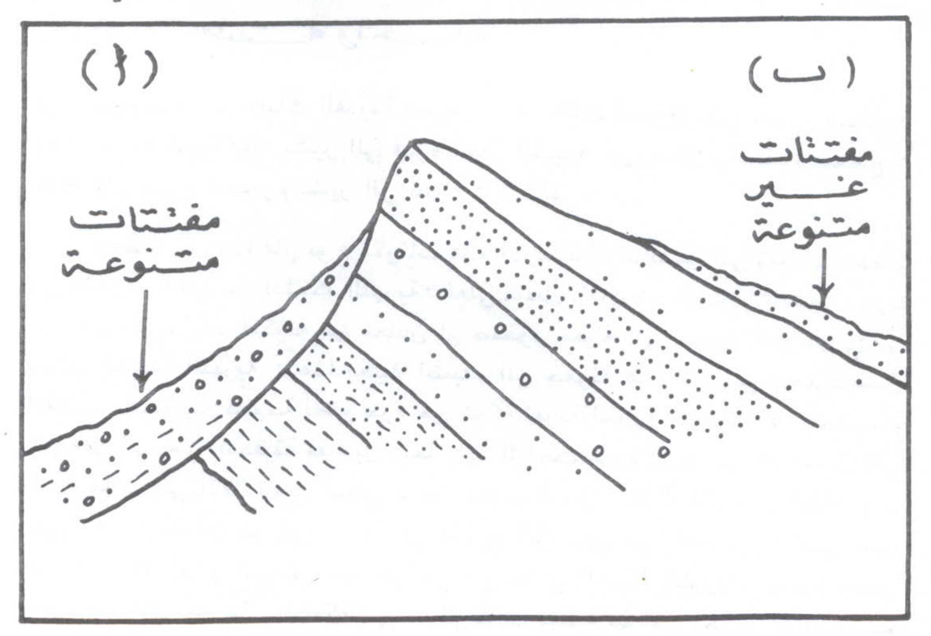
ولتوضيح هذا الهدف الاخير اكثر نقول أنه قد نجد مثلا بعض المواد السطحية الدقيقة في موضع ذي صخور قابلة للاذابة جزئيا فاذا كانت تلك المواد السطحية الدقيقة حاوية لمعادن شديدة المقاومة التي توجد في الصخر الاصلي ولا تحتوى على المعدن او المعادن القابلة للاذابة فهذا يعني تعرض الصخر للاذابة مع تسريب المواد المذابة في اتجاه الماء الجوفي · وهذا يشير الى احتمالين هما توفر المياه من ناحية وتسربها الى الاعماق من ناحية اخرى · ويتضح هذا بالنظر الى أراضي بعض المناطق المدارية المطيرة حيث يوجد اللاتريت مثلا · بل توجد هذه الظاهرة في بعض المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية الحالية حيث سادت ظروف اقل جفافا فيما مضى ساعدت على تكوين التربة الحمراء terra rossa · ومن البديهي ان الاحوال المناخية الرطبة ترتبط بها عمليات تحلل نشطة من ناحية ، وربما تعرية نهرية من ناحية اخرى · اما اذا وجدت مواد سطحية دقيقة تحتوي على نسبة مرموقة من المعادن والاملاح القابلة للذوبان والتي يتكون منها الصخر الاصلي فهذا يشير الى ضعف التسرب الى الاعماق ويرجح زيادة التبخر ·

والامثلة التي تختلف فيها مكونات المواد السطحية عن مكونات الصخر الاصلي كثيرة · ولكن اهمها الارسابات النهرية والهوائية والجليدية وبعض الارسابات الساحلية التي تتعرض للتيارات البحرية · وليس في الامكان ان نفصل في الكلام عن العينات التي تلزم في دراسة هذه الارسابات · ويمكن الرجوع للتفصيلات عن هذه الارسابات في كتابات اخرى · الا انه يمكن ان نلمح الى الارسابات الينبوعية لقلة ما يكتب عنها نسبيا · فتتخذ الارسابات الينبوعية اشكالا مختلفة بعضها على هيئة ربوات مرتفعة حول فتحة الينبوع وبعضها في صورة أرسابات تملأ الشقوق والمفاصل التي تأثرت بخروج المياه الجوفية ، بينما ينتشر بعضها في امتدادات غير منتظمة من ارسابات ينبوعية تختلط ببعض مفتتات الصخر الاصلي · ومن بين اهداف تحليل عينات الارسابات الينبوعية التاكد اولا من اصلها الينبوعي ، وتبين توزيعها وسمكها في منطقة الدراسة مع الربط بما يخرج من مياه جوفية الى السطح في الوقت الحاضر · فمن الممكن ان تكون هذه الارسابات راجعة الى ظروف اقدم كانت المياه الجوفية اثناءها اكثر ارتفاعا · والتوصل الى ذلك يعتبر نتيجة هامة لارتباط مستوى المياه الجوفية بالظروف المناخية من ناحية ، وبمستوى سطح البحر في بعض الحالات من ناحية ثانية ، ولتاثير هذه المياه الخارجة الى السطح في بعض اشكال السطح الثانوية على الاقل في منطقة خروجها ، من ناحية ثالثة ·

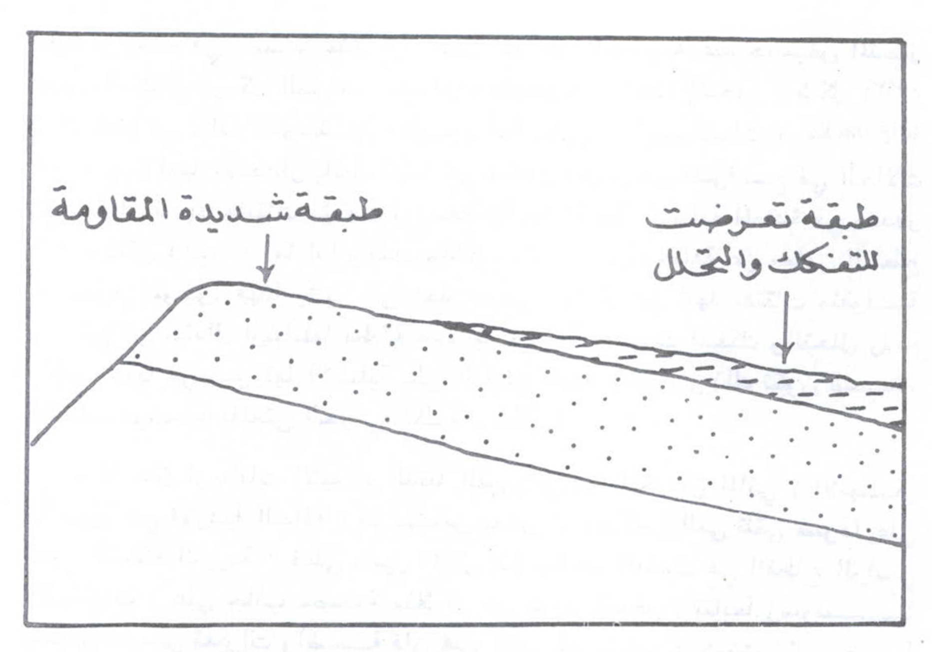
ومما تجدر الاشارة اليه ان الباحث عليه ان يفيد من خلفيته الدراسية عند جمع العينات للمقارنة حتى يصل الى ارجح الاحتمالات · فعلى سبيل المثال

عليه ان يضع في حسبانه مثلا ان عينات المفتتات الصخرية عند حضيض المنحدر تضم ما اشتق من كل الظواهر الصخرية الموجودة في هذا المنحدر ، شكل (١٣)٠ كذلك فانه في حالة الكوستات وظهور ألخنازير (الهجباكات) hog-backs التي يرتبط فيها الانحدار بالميل تماما في منحدر المَيل من المتوقع في الحالات العادية ان توجد مفتتات اشتقت في معظمها من الطبقة الصلبة الممتدة في منحدر الميل ، شكل (٣ب) ٠ اما اذا وجدت مفتتات ذات معادن مختلفة عن معادن السطح الصخري الموجود فهذا يشير الى احد امرين : الاول هو انها مفتتات منقولة والثاني هو حتمال ارتباطها بطبقة صخرية ضعيفة تعرضت للتفكك والتحلل ولم يتخلف منها في صورتها الاصلية على السطح شيء يذكر ، وبذلك تكون هذه المفتتات موضعية بالمعنى الحرفي للكلمة ، شكل (٤) ٠

كذلك فان ارسابات الاجزاء الدنيا التي يأتي بها الجريان المائي (الانهار والسيول في الاودية الجافة) قد تتضمن بعض الخصائص التي تلقى ضوءا على تطور الشبكة النهرية ٠ فعلى سبيل المثال اذا صادف الباحث في القطاع الراسي للارسابات (على جانب مصطبة مثلا او عن طريق الحفر) تتابعا رسوبيا يحتوى على تغيرات واضحة فان هذه التغيرات تؤخذ كمؤشر الى بضعة احتمالات ٠ من بين هذه الاحتمالات ما يتعلق بقدرة النهر على الحمل التي تنعكس



شكل (٣) مقدار تنوع المفتتات بحسب ظواهر الصخور



شكل(٤) مفتتات موضعية تنتج عن تفكك وتحلل طبقة واحدة

في حجوم هذه الارسابات القديمة نسبيا · فاذا كانت تحتوى على حصى وجلاميد وكتل بنسبة كبيرة فهذا يشير الى قدرة النهر الكبيرة على النقل والعكس صحيح · كذلك فان تدرج الحجوم يشير الى تدرج قوة النهر ·

وفضلا عن هذا فان نوع مكونات هذه الارسابات قد يشير الى تغيرات حدثت في الاجزاء العليا من الشبكة النهرية· فعلى سبيل المثال من الممكن ان يشير وجود نوع من الارسابات المكونة من معادن او صخور معينة الى حدوث اسر نهري في اعالي الشبكة النهرية · هذا بحيث اضيف الى حمولة هذا النهر نوع جديد من المفتتات الصخرية كنتيجة لضم جزء من شبكة نهرية اخرى · وهكذا لا يتم التوصل الى هذه الحقيقة فقط بل ربما يفيد الباحث من ذلك في التوصل الى تأريخ ما ـ على الاقل تأريخ نسبي ـ عن حدوث الاسر · كذلك فان هذه الظاهرة ـ اي وجود ارسابات من نوع جديد في التتابع الرسوبي في الجزء الادنى من الوادي ـ قد تعزى الى التعميق الرأسي في اعالي الشبكة النهرية ، بحيث وصل مجرى او اكثر من هذه الشبكة الى صخر كانت تغطية صخور اخرى ، ومن ثم لم يكن ذلك الصخر يساهم في حمولة النهر · ومثل هذه الاعتبارات من الضروري

ان توضع في حسبان الباحث عند اخذ عينات الارسابات السطحية ، وخاصة الارسابات الدقيقة التي لا تعرف مكوناتها المعدنية وشكلها بالعين المجردة اثناء الدراسة الميدانية ٠

وتعد عينات الارسابات الرملية التي تؤخذ من الاشكال الرملية في الصحاري ذات اهمية خاصة نظرا لان الرمال في اشكالها المختلفة تمثل مظهرا رئيسيا في الصحراء ٠ ومن الصحيح انه قد يصعب احيانا تحديد العامل الذي نقلها اذا كنا بصدد منطقة غير صحراوية ٠ ولكن هذا لا يعتبر مشكلة في الصحراء ، وذلك بحيث يمكن القول ان معظم الرمال في الصحاري تأثرت بالنقل الهوائي بدرجة ما ٠

الا أن هناك أهداف أخرى لاخذ عينات رملية من المنطقة الصحراوية موضع البحث ٠ ومن أهم هذه الاهداف معرفة مصدر الرمال ٠ ومن الصحيح ان هناك عدة سبل للتوصل الى ذلك وخاصة،الاستعانة بدراسة الاتجاه السائد والاتجاهات الثانوية للرياح مع دراسة تفصيلية لقوة الرياح ٠ الا أن تحليل العينات الرملية معمليا لمعرفة مكوناتها المعدنية يعتبر من الخطوات الهامة في الاستدلال على مصدر هذه الرمال ، وذلك بمقارنتها معدنيا بالصخور التي يحتمل أن تكون مصدرا لها ، أي تلك الصخور الواقعة في الجهات التي تهب منها الرياح ٠

ومن ناحية ثانية فان دراسة مقدار تدوير الحبيبات الرملية يساهم في معرفة المصدر وما يضاف الى الكثبان الرملية من رمال أثناء تقدمها ٠ ففي ضوء ما هو مرجح من أن التدوير يصبح جيدا بواسطة النقل الهوائي لمسافة نحو عشرة كيلو مترات فيمكن اذن ان تحلل العينات الرملية للتعرف على نسبة التدوير ٠ فاذا كان التدوير كاملا في معظم العينات فهذا يعني ان معظم الرمال قادمة من مسافة تزيد عن عشرة كيلومترا والعكس صحيح ٠ وبصفة عامة يمكن اخذ تدرج نسب التدوير كدليل تقريبي على تدرج نسبة الرمال القادمة من المواضع المختلفة التي تمر فيها الكثبان ٠ فمثلا اذا كانت نسبة التدوير في رمل نطاق من الكثبان تبلغ ١٠٠٪ في منطقة ما من هذا النطاق ثم ٦٠٪ في منطقة قبلها فهذا يرجح أن رمال المنطقة قادمة كلها من خارج هذه المنطقة ٠ أما في الحالة الثانية فنحو ٤٠٪ من الرمال قادمة من نفس المنطقة (في حدود ١٠ كم أو أقل) ، وهكذا ٠

ومع ذلك فلا يصح الاعتماد على الجانبين السابقين اعتمادا كاملا في تحديد مصدر الرمال ٠ فمما يذكر أن هناك من المناطق ما تحتوى على صخور رملية الطابع (الحجر الرملي بدرجاته) تتفكك الى رمال جيدة الاستدارة قبل ان تنقلها الرياح ٠ كذلك فان الرمال الساحلية تتميز بالاستدارة الى حد ما بحيث لا يستغرق تدويرها جيدا بفعل النقل الهوائي وقتا طويلا او مسافة كبيرة ٠ وذلك

على غير ما هو الحال بالنسبة لرمال مشتقة مثلا من صخر اصلي كالجرانيت · ولذلك فمن الضروري ان يستعان بكل الوسائل والادلة الممكنة في تحديد مصدر الرمال وان كان ذلك يتطلب مجهودا دراسيا كبيرا ·

وهناك بضعة اوجه لتحليل المواد السطحية تحليلا معمليا · اول هذه الاوجه هو تحليل الحجوم ، فتصنف كل من العينات الى عدة اصناف بحسب الحجوم · وفيما يتعلق بالحصى والرمال يمكن اتباع الغربلة الجافة dry sieving. وتتلخص خطوات تحليل الرمال في اخذ عينة وزنها ١٠٠ او ٢٠٠ جرام وتوضع العينة في الغربال العلوي من مجموعة غرابيل متتابعة رأسيا تتدرج فتحاتها بحيث يكون الغربال السفلي هو أضيق الغرابيل منحيث الفتحات · ويستحسن استعمال الغربال الاوتوماتيكي حتى تتعرض كل العينات لنفس القدر من المعالجة · وتستمر الغربلة لكل من العينات نحو ¼ أو ½ ساعة · وتوزن بعد ذلك الكمية التي تخلفت في كل من الغرابيل · ثم يحسب مجموع وزن أقسام العينة في كل الغرابيل ويضاهي بالوزن الاصلي للعينة عندما وضعت في الغربال الاول للتاكد من دقة النتيجة ·

وفضلا عن ذلك فهناك وسيلة اخرى يستحسن اتباعها في تصنيف عينات الرمال الناعمة نسبيا · وهذه هي استعمال انبوبة « امرى » Emery التي تستعمل في قياس سرعة ترسيب الحبيبات الدقيقة في الماء · ذلك ان سرعة الترسيب تتوقف على حجوم الحبيبات · كذلك هنالك وسيلة أخرى هي قياس الحجوم باستعمال الميكرسكوب · الا ان هناك بعض التفاوت في النتائج بين الوسائل المختلفة · وقد اوضح ذلك « پول » D. M. Pool بواسطة بعض التجارب التي تبين منها ان الوقت الذي يستغرق في الترسيب يختلف اذا وضعت حبة واحدة في الماء عما اذا وضعت كمية من الحبات بنفس الحجم · فالحبة المنفردة تستغرق وقتا أقصر · كذلك من نتائجه ان القياس الميكروسكوبي للحجوم يختلف في نتيجته الى حد ما عن نتيجة التصنيف بالغرابيل (١) ·

ومن ميزات استعمال الميكرسكوب انه يمكن فحص الشكل والاستدارة فضلا عن الحجم ويمكن التعبير عن البيانات الخاصة بالحجم في صورة جدول يمثل العدد (التكرار) بحسب الحجوم المختلفة للحبيبات · ولكن من عيوب هذه الطريقة أنها تستغرق وقتا طويلا وجهدا كبيرا ، كما تستلزم تحويل البيانات الخاصة بالحجم الى بيانات عن الوزن لامكان المقارنة بنتائج اخرى ·اما انبوبة

---

(١) « كوشلين كنج » ، رقم ٢٩ ، ص ٢٧٤ ـ ٢٧٥ ·

الترسيب فمن ميزاتها السرعة والسهولة ، فضلا عن ان فيها بعض الشبه بالترسيب الفعلي في الطبيعة في بعض الحالات · ومن عيوبها ان العينة التي توضع في الانبوبة تميل الى الترسب دفعة واحدة مما يعطي نتائج غير دقيقة ، كما ان النتيجة التي يتم التوصل اليها تختص بالوزن وليس بالحجم · اما الغربلة فمن ميزاتها السهولة أيضا ، ونظرا لاستعمال الغربلة على نطاق واسع بين المهتمين فيمكن اجراء بعض المقارنات · ولكن من عيوب الغربلة ان شكل الحبيبات يؤثر على مرور الحبيبات من فتحات الغرابيل مما يؤثر بدوره على نتائج الحجوم، بالاضافة الى انها لا توضح شيئا عن الكثافة ·

ولتحليل عينات اكثر نعومة (صلصال وطمى) فيمكن استعمال الهيدروميتر والماصة pipette · وهناك بعض التفاوت في النتائج بين الطريقتين · الا ان النتائج تتشابه بينهما فيما يختص بتحليل عينات معلق التربة (خليط الارسابات الدقيقة بالمياه) بتركيز يتراوح بين ٦و٢٤ جرام / للتر ، وذلك في الحجوم التي تتراوح بين الطمى المتوسط medium silt والصلصال المتوسط (أي طمى متوسط ، وطمى ناعم ، وطمى ناعم جدا ، وصلصال خشن ،وصلصال متوسط) ·

ويراعى عند تحليل العينات ان تؤخذ المقاييس المتفق عليها كدليل لتحديد مجموعة الغرابيل او لاخذ القراءات بقياسات الترسيب · ومن هذه المقاييس « الدليل البريطاني العام » الذي يصنف فئات الحجوم كما في جدول (١) ·

جدول (١) تصنيف الحجوم بحسب الدليل البريطاني العام

الصنف	الحجم السائد بالمليمترات
الاحجار (الجلاميد)	٢٠٠
زلط cobbles	٦٠
حصى gravels	٦٠ـ٢
رمال خشنة	٢ـ٦ر٠
رمال متوسطة	٦ـ٢ر٠
رمال ناعمة	٢رـ٠٦ر
طمى	٠٦رـ٠٠٢ر٠
صلصال	اكثر من ٣٠ ٪ من الحبيبات قطرها اقل من ٠٠٢ر٠

كذلك هناك مقياس « ونتويرث » Wentworth ومقياس اخر لوغارتمي يمكن استعمالهما في التحليلات الاكثر تفصيلا · ويوضح جدول (٢) هذين المقياسين ·

جدول (٢) مقياس « ونتويرث » والمقياس اللوغارتمي لتصنيف الحجوم

الصنف	مقياس ونتويرث (ملليمترات)	المقياس اللوغارتمي
جلاميد	اكثر من ٢٥٦	اكثر من ـ ٨
زلط	٢٥٦ـ٦٤	ـ ٨ الى ـ ٦
حصى	٦٤ ـ٤	ـ ٦ الى ـ ٢
حصى صغير	٤ ـ٢	ـ ٢ الى ـ ١
رمل خشن جدا	٢ ـ١	ـ ١ الى صفر
رمل خشن	١ ـ٥ر٠	صفر الى ١
رمل متوسط	٥ر٠ ـ٢٥ر٠	١ الى ٢
رمل ناعم	٢٥ر٠ ـ١٢٥ر٠	٢ الى ٣
رمل ناعم جدا	١٢٥ر٠ ـ٠٦٢٥ر٠	٣ الى ٤
طمى خشن	٠٢٦٥ر٠ ـ٣١٢ر٠	٤ الى ٥
طمى متوسط	٠٣١٢ر٠ ـ ٠١٥٦ر٠	٥ الى ٦
طمى ناعم	٠١٥٦ر٠ ـ ٠٠٧٨ر٠	٦ الى ٧
طمى ناعم جدا	٠٠٧٨ر٠ ـ ٠٠٣٩ر٠	٧ الى ٨
صلصال خشن	٠٠٣٩ر٠ ـ ٠٠١٩٥ر٠	٨ الى ٩
صلصال متوسط	٠٠١٩٥ ـ ٠٠٠٩٨ر٠	٩ الى ١٠

وبعد الحصول على تصنيف العينة او العينات على الاسس السابقة فيتطلب الامر معالجة البيانات الناتجة ببعض الطرق الاحصائية بهدف تلخيص النتائج كميا ولتسهيل المقارنة بما سبق من دراسات · ومن هذه الطرق تمثيل النتائج على ورقة نصف لوغارتمية ، او عمل منحنيات تكرارية مجتمعة مع توضيح الوسيط median او المتوسط mean ، او كليهما في حالة تميز المنحنى التكراري بعدم الانتظام ·· الخ · وفضلا عن تبين فئات الحجوم والاتجاه الاوسط central tendency للحجوم يمكن التوسع في المعالجة الاحصائية لتبين التصنيف sorting وانبعاج التوزيع skewness (وهو الفرق بين المتوسط والوسيط) ، والتركز حول قمة في التوزيع kurtosis .

التحليل المعملي الثاني هو ما يتعلق بشكل الحبيبات · وتتوقف الوسيلة التي تتبع على أبعاد حبيبات المادة المراد تحليلها · وفيما يختص بمعايير شكل الحصى فيمكن اتباع ما اقترحه « كاييه » و « تريكار » بالاستعانة بالرسوم البيانية التي وضعها « بيرتوا » L. Berthois لاستعمالها كدليل · وهاك بعض الاعتبارات التي تؤدي الى القول بأن معايير « كاييه » هي اكثر ما يناسب وصف شكل الحصى وحبيبات الرمال · والقياسات التي تؤخذ عن الحصى هي عن الطول والعرض والسمك (الارتفاع) ثم عن اقصر خط بين المحور الطولي واقرب طرف مقوس ·

ونظرا لتفاوت شكل الحصى بحسب نوع الصخر الذي يتكون منه الحصى فمن المتبع ان تؤخذ قياسات كل نوع على حدة حتى يتسنى الخروج بنتائج اكثر صحة · ويعتمد في الخروج ببعض الترجيحات عن ظروف نقل وارساب الحصى على الفروق التي تسجل بين العينات المختلفة مقارنة بالارقام الشائعة للانحراف المعياري للقياسات المختلفة لنفس النوع من الحصى ·

اما فيما يختص بالرمال والطمى فيمكن اخذ مقدار الاستدارة ايضا كمؤشر الى بعض ظروف الارساب · ويستعمل في تبين شكل حبات الرمل ميكرسكوب عادي أو الكتروني · أما بالنسبة للطمى فيستعمل الميكرسكوب الالكتروني بحيث تكبر الحبيبات ما لا يقل عن ثلاثمائة مرة · وعلى ضوء مقدار الاستدارة يمكن التمييز مثلا بين رمل الكثبان ورمل السواحل · ذلك ان الصنف الاول اكثر استدارة من الصنف الثاني · وللحكم على مقدار الاستدارة يمكن الرجوع مثلا الى دليل شكل الحبيبات الذي اقترحه « شبرد وينج » لاستعماله في تصنيف الحبيبات على اساس الاستدارة (١) ·

ومما يذكر انه الى جانب التحليل الميكانيكي والاحصائي مما سبق ذكره فمن الممكن ان تؤخذ صور فوتوغرافية تفصيلية لبعض المواد سابقة الذكر · فبالنسبة للجلاميد والحصى يمكن اخذ صور مقربة لها لتوضيح بعض حجومها ومقدار الاستدارة · ومن الواضح ان ذلك يمكن ان يتم اثناء الدراسة الميدانية كما انه يمكن ان يتم في المعمل بالنسبة للعينات التي جمعت · ويراعى بالنسبة للجلاميد والحصى وضع مقياس مناسب يصور معها ، كقطعة عملة معدنية معروفة او غير ذلك · أما بالنسبة للرمل والطمى فيمكن أخذ صور فوتوغرافية للحبيبات بالتصوير الميكرسكوبي ، ويكتفي بذكر مقدار التكبير · وتفيد صور حبيبات الرمل والطمى في توضيح مقدار الاستدارة على وجه الخصوص ·

---

(١) انظر « كوشلين كنج » رقم ٢٩ ، ص ٢٩٥ ·

التحليل المعملي الثالث هو عمل شرائح رقيقة thin sections من الصخور تستعمل لتبين نوع المعادن التي تظهر في الشريحة تحت المجهر ٠ وتظهر المعادن المختلفة بالوان مميزة وتتخذ اشكالا معينة بحسب بلوراتها مما يساعد على معرفة ما يحتوى عليه الصخر من معادن ٠ ولذلك أهمية في دراسة استجابة الصخر لعمليات التعرية من ناحية كما يساعد على تبين ما اذا كان صخرا أصليا ولم يتاثر كثيرا بتغيرات تالية لتكونه او انه تاثر الى حد ما ببعض التغيرات ٠ وغني عن الذكر ما لهذه الجوانب من اهمية جمرفلوجية ٠ الا انه مما يذكر ان عمل الشرائح الرقيقة ليس ممكنا الا للصخور الصلبة أو قوية التماسك ٠ أما الصخور الضعيفة والارسابات شبه السائبة أو شبه المتماسكة فيصعب عمل شرائح منها ٠

التحليل المعملي الرابع هو تحليل الارسابات الدقيقة تحليلا معدنيا بهدف تبين خصائص ونسبة المعادن الثقيلة heavy minerals ٠ ومن هذه المعادن البيروكسين ، والهورنبلند ، والابيدوت ، والزركن ، والروتايل ٠ ويمكن الاستدلال بانواع المعادن الثقيلة على مصدر الارسابات التي تحتوي هذه المعادن ٠ وقد تساعد هذه الطريقة ايضا على التمييز بين مجموعة من المصاطب النهرية ، وكذلك قد تلقى ضوءا على تطورات الاسر النهري ٠

وهناك تحليلات كيميائية مختلفة منها ما يختص بتحليل العينات الدقيقة (اقل من ٠٧٤ر٠ مم) لمعرفة محتواها من الكربونات (كالسيت ودولوميت) ٠ كما قد يحدث توسع في التحليل الكيميائي نسبيا بهدف التوصل الى بعض الخصائص الكيميائية التي تاثرت بها المواد السطحية الدقيقة ومدى تعقيد او بساطة هذه البيئة ٠ فالى جانب الكربونات يمكن معرفة المحتوى من السيليكا والحديد بأشكاله المختلفة والكلوريدات بنسبها المختلفة ٠ ومن المواضع التي تستلزم التوسع نسبيا في التحليل الكيميائي قيعان المنخفضات الصحراوية كالمنخفضات الصحراوية المصرية والليبية ، والشطوط الجزائرية والمغربية والخبرات في الكويت ٠

التحليل المعملي الخامس هو ما يتعلق بالحفريات (الأحافير) fossils ٠ ويعتبر هذا التحليل من أبعد الاعمال التي يقوم بها الجمرفلوجي بنفسه ، فهو من اختصاص الباحثين في الجيولوجية التاريخية (الاستراتجرافية والحفريات على وجه الخصوص) ٠ الا انه لا مانع من ان يستعين به الجمرفلوجي في القاء الضوء في القاء الضوء على بعض المسائل ٠ من بين هذه المسائل تحديد عمر بعض الطبقات التي لا تكون قد درست دراسة جيولوجية كافية ، وقد يكون ذلك مهما في دراسة التعاقب الجمرفلوجي في منطقة ما ٠ ومن الامثلة التي تحتاج الى اهتمام

خاص في هذا الجانب وجود بعض الصخور التي قد تكون معادة التوزيع (معادة الترسيب) وبالتالي قد تحتوي على حفريات معادة التوزيع reworked مما يشير الى ان هذه الصخور ليست أصلية بل خضعت للتعرية والارساب من جديد ٠ كما ان مثل هذه الصخور قد لا تحتوي بالمرة على حفريات كبيرة او متوسطة ويلزم لذلك التأكد مما اذا كانت تحتوي على حفريات دقيقة (مجهرية)٠

وهكذا قد يحتاج الجمرفلوجي الى فحص بعض عينات الحفريات الكبيرة والمتوسطة وهو يلجأ في ذلك الى المتخصصين في هذا الجانب لمضاهاة هذه الحفريات بالانواع التي تمثل العصور المختلفة ٠ كذلك قد يحتاج الى فحص مجهري للحفريات الدقيقة التي تساعد على توضيح عمر الصخر موضع الشك وعلى اظهار ماذا كانت معادة التوزيع أو أنها أصلية في الصخر ٠

ومما يذكر ان الحفريات الدقيقة لا تقتصر فقط على الانواع المائية وانما هناك حفريات دقيقة نباتية اهمها اللقاح pollen grains ٠ وبدراسة هذه الحبوب قد ينجح الباحث في التعرف على بعض الانواع النباتية التي تشير الى ظروف مناخية وظروف تربة تلقى ضوءا على الظروف الجمرفلوجية ٠ واذا كانت هذه الحبوب مختلطة ببعض البقايا النباتية فقد ينجح الباحث في تحديد عمر هذه الحبوب وما صاحبها من ظروف باستعمال طريقة الكربون ١٤ تالية الذكر في حدود ما لا يرجع لاكثر من ٤٠ الف سنة ٠ الا ان هذه التحليلات هي الاخرى ليست من اختصاص الجمرفلوجي بل هو يفيد منها فقط ٠

التحليل المعملي السادس هو ما يقوم على استخدام قوة اشعاع الكربون ١٤ في تحديد العمر ٠ ذلك أن نسبة الكربون ١٤ في المادة العضوية تؤخذ كدليل على تاريخ موت الكائن ٠ وكلما كانت النسبة مرتفعة ممثلة في قوة اشعاع الكربون ١٤ فهذا يعني حداثة موت الكائن والعكس صحيح ٠ فمثلا اذا كانت نصف كمية ذلك الكربون موجودة فهذا يعني موت الكائن منذ نحو ٥٧٠٠ سنة ٠ أما اذا وجد ربع الكمية فقط فهذا يعني موت الكائن منذ وقت ضعف ذلك ، اي ١١٤٠٠ سنة وهكذا ٠ وقد اختبرت تقديرات الكربون ١٤ بتاريخ مخلفات عضوية معلومة العمر كتوابيت الفراعنة المصنوعة من الخشب واتضح ان هذه الطريقة يعتمد عليها ولكن ليس لاقدم من ٤٠ الف سنة (١)٠

وتفيد هذه الطريقة في تحديد عمر بعض الاشكال أو الظروف الجمرفلوجية الحديثة نسبيا ٠ فمثلا اذا صودفت بعض النباتات شبه المتحللة في بعض

---

(١) انظر : « أردواى » ، رقم ٣٣ ، ص ٥٠ ـ ٥٣ ٠

الارسابات القارية التي يرجح أنها تعاصر تلك النباتات فيمكن تحديد عمر هذه الارسابات بتحليل هذه البقايا النباتية . ومع ذلك فلا يصح أن تؤخذ النتيجة كأمر مسلم به تماما لاحتمال أن هذه الارسابات كثيرا ما تكون أقدم من وجود النباتات التي نمت عليها . ومن الامثلة التي يمكن أن تتبع فيها هذه الوسيلة تحديد عمر بعض البقايا النباتية القديمة التي توجد في منطقة النشاط الينبوعي القديم الى الجنوب والجنوب الشرقي من موط في الواحة الداخلة بمصر ، وكذلك ما يشبه هذه النباتات القديمة في بعض أجزاء قاع منخفض الخارجة . وأن معرفة هذه النباتات يلقى ضوءا على آخر مراحل خروج المياه الجوفية بصورة طبيعية نشطة في هذه الاجزاء . كما تفيد هذه الوسيلة في القاء الضوء على عمر بعض الارسابات الفيضية في السهل الفيضى للنيل وبعض مصاطبه .

وفي الكويت من الممكن أن تفيد هذه الطريقة في تحديد عمر الارساب في قيعان بعض الخبرات التي تراكمت في قيعانها بعض المواد الدقيقة التي تحتوى على بعض المخلفات العضوية . وكذلك في تحديد عمر بعض المصاطب البحرية الحديثة نسبيا مما قد تحتوي على بقايا عضوية مناسبة .

وتستخدم مواد مشعة أخرى في التأريخ الجيولوجي والجمرفلوجي من بينها حالتان لليورانيوم (يورانيوم ٢٣٨ ، ويورانيوم ٢٣٥) ، وحالتان للثوريوم (ثوريووم ٢٣٢ ، وثوريوم ٢٣٠) . ولكن لا زالت هذه الوسائل بعيدة نسبيا عن اهتمام الجمرفلوجي لا لانها مجال دراسي اخر فحسب ، بل كذلك لان أغلب هذه المواد تشير الى تاريخ قديم جدا لا تتخلف عنه تأثيرات جمرفلوجية قوية مما يهتم بها الجمرفلوجي . وفضلا عن حالتي اليورانيوم والثوريوم فقد دخل البوتاسيوم (K 40) ضمن مجموعة المواد المشعة التي تستخدم في التأريخ ، ويبدو أنه سيحقق نتائج طيبة في هذا المجال .

٤ ـ دراسات النماذج والتجارب المعملية

هنالك أنواع مختلفة من النماذج models يمكن تصنيفها عموما الى نماذج نظرية وأخرى معملية أو ملموسة . ومن النماذج النظرية ما يعبر عنه بالكتابة المطولة كما هو الحال في نموذج دورة التعرية الديفيزية (التي يمكن وصفها بنظام system أيضا بحسب بعض المفهومات) . بينما هنالك نماذج يعبر عنها في صورة معادلات أو قوالب رياضية . وتتوقف صحة النموذج النظري على أمور كثيرة لا مجال للتفصيل عنها هنا .

ولكن لعله من المستحسن أن نلمح الى أن كلا من النماذج النظرية بأنواعها يعتبر حكما أو تعبيرا خاصا بالقائم ببحث ظاهرة ما أو عناصر منطقة ما · وقد يكون هذا الحكم صحيحا كما أنه لا يسلم من الخطأ ، وشأنه في ذلك شأن طريقة الفرض المسبق (الاستدلال القياسي) · كذلك فمما يذكر أن النماذج النظرية لا تعطى في حد ذاتها تفسيرا عن الظاهرة أو المنطقة موضع البحث الا بالقدر الذي ألم به الباحث عن موضوعه من دراساته المبدئية والبيانات الاساسية المتوفرة وخلفيته الدراسية ·

والواقع أن النماذج النظرية هي وسائل تعبير مع قليل من التحليل النظري ، بينما ينعدم فيها عنصر التحليل السببي · ويمكن النظر الى هذه النماذج كوسيلة لتلخيص المعلومات التي جمعت · وغني عن الذكر أن ذلك على ما فيه من فائدة فهو لا يخلو من مخاطر التلخيص على الاقل ·

أما الذي نود التفصيل عنه في هذه المناسبة فهي النماذج الجمرفلوجية المحسوسة أو المعملية ، بالاضافة الى بعض التجارب المعملية الاخرى · ويقصد بالنماذج المحسوسة هذه أشكال أو انشاءات معملية اما يتوفر فيها اكبر قدر ممكن من العناصر المكونة للظاهرة أو المنطقة موضع الدراسة ، أو يتوفر فيها عدد محدد من العناصر الهامة التي يراد فحص علاقاتها · ونظرا لاستحالة عمل الابعاد المختلفة للنموذج بنفس الابعاد الطبيعية في معظم الحالات فيطلق على هذه النماذج مصطلح النماذج المقياسية scale models · ذلك أن هذه النماذج تصغر عادة أغلب أبعادها الى مقاييس أخرى غير المقاييس الطبيعية · وقد تكون هذه النماذج المقياسية المحسوسة ثابتة لا حركة فيها كبعض نماذج البنية ونماذج الشكل وهذه ليست ذات أهمية كبيرة في البحث الجمرفلوجي ولكنها تفيد في التدريس أو الشرح · وقد تتضمن هذه النماذج بعض الحركة كنماذج عوامل التعرية · وتعتبر النماذج المقياسية من أحسن النماذج التي تناسب الدراسة والبحث الجمرفلوجي برغم ما تتميز به من عدم توحد المقياس لجميع العناصر الممثلة في النموذج وخاصة عنصر الوقت بالنسبة لنماذج الحركة · وهناك من النماذج المحسوسة أيضا ما يستحسن أن يسمى بنموذج التشبيه analogue model بدلا من تسميته بالنموذج النظير أو الشبه · وهذا الصنف قليل الاستعمال وقليل الاهمية نسبيا كما لا يستحسن التوسع في دراساته · ومما يذكر عامة أن النموذج مهما وصف بأنه مماثل أو مطابق فانه لا يبلغ التماثل أو التطابق الكامل مع ما يمثله ·

وهناك كثير من الموضوعات التي تؤخذ عنها بيانات بواسطة النماذج المعملية · فمن النماذج ما يوضح فعل الرياح ، والجريان المائي ، والموج ،

والمد والجزر في المصبات الخليجية بما يتضمنه ذلك من التفاوت في قوة المـــوج وأحوال المياه في منطقة المصب · ويستعان بالنماذج المعملية عادة لفحص بعض العلاقات الطبيعية الاساسية التي تم التوصل اليها بالتحليل النظري ، فضلا عن امكانية الخروج ببيانات جديدة لم تكن في الحسبان · وليس في الامكان أن نحيط بعدد كبير من النماذج هنا ونكتفي ببعض الامثلة الهامة فقط · فمن أمثلة النماذج التي استعملت فـــي الدراسات الخاصة بنقل الـــرياح للرمال ما استعملـــه « باجنولد » (١) · وتعتبر دراسات « باجنولد » بالنماذج والتجارب المعملية من أهم الدراسات التي أجريت عن النقل والارساب بواسطة الرياح أو هي أهمها في هذا الصدد · ولا تتوقف أهمية دراساته على أنها تمثل حركة الرمال بواسطة الرياح فحسب ، بل أن بعض قواعد النقل والارساب بواسطة الرياح تلقى ضوءا كبيرا على بعض قواعد النقل والارساب بفعل المياه · ومع ذلك فمما يذكـــر أن ملاحظات وقياسات « باجنولد » الميدانية عن فعل الـــرياح والاشكال الرملية المختلفة لم تكن بالقدر المناسب ·

وهنـاك أعمـال أخرى أحدث ، منهـا ما قام بـه P. Y. Belly (٢) · فقد استعمل نموذجا يتكون من نفق لتمر به الرياح طوله مائة قدم وعرضه أربعة أقدام وارتفاعه أربعة أقدام ونصف · وقـــد مررت رياح في هذا النفق تتراوح سرعتها من ٢٤ ـ ٤٠ قدم / ثانية بواسطة « مروحة شفط » عند مخرج النفق · وقد دعم النموذج بامكانيات أخرى لقياس سرعة الرياح وكمية الرمال المارة · ومن بين التجارب التي أجريت بهذا النموذج ما يختص بقياس سرعة الرياح كلما بعدنا عن جوانب المر · كذلك قيس معدل نقل الرمال بحسب السرعات المختلفة ومن الملاحظات التي سجلت أيضا ما يتعلق بالتموجـات الرملية sand ripples وقد تضمنت هذه الملاحظات أن التموجات تأخذ فـــي الظهور أثناء أقل تحرك للهواء على حين أنها تتلاشى اذا زادت سرعة الهواء عن ٣٦ قدم / ثانية · ومن بين النتائج أيضا أنه لم تظهر علاقة واضحة بين طول الموجة وسرعة الرياح · ومن ناحية أخرى فقد قيس متوسط المسافة التي تقطعها حبات الرمال وتبين أن هذا المتوسط يزداد من ٣ر١ الى ٦ر١ قدم بازدياد سرعة الرياح من ٢٨ الى ٣٥ قدم / ثانية · على حين أنه لم تظهر هناك علاقة بين طول المسافة التي تقطعهـا حبات الرمال وطول التموجات على غرار ما سجل « باجنولد » · ومع ذلك فقد تبين أن حجم حبة الرمل يؤثر في طول المسافة التي تقطعها بالقفز ، ذلك أنه بقلة الحجم تزداد هذه المسافة ·

---

(١) « باجنولد » ، رقم ٢٢ ·

(٢) انظر « كوشلين كنج » ، رقم ٢٩ ، ص ١٩١ ـ ١٩٣ ·

كذلك من بين النتائج الهامة التي سجلها « بلى » ما يتعلق بتاثير الرطوبة على السرعة اللازمة لتحريك الرمال · فالرمال المبتلة تتطلب رياحا اكبر سرعة لتحريكها ، وقد تبين مثلا انه في حالة احتواء الرمال (رمال دقيقة) على ١ر٪ من الرطوبة فتتطلب لكي تتحرك رياحا بسرعة ٥ر٣٤ سم / ثانية ، أما اذا كانت الرطوبة ٣ ٪ فتتطلب حركة الرمال رياحا بسرعة ٥٨ سم / ثانية ·

ومن أمثلة دراسات النماذج والتجارب المعملية عن ضوابط حركة الحمولة مع المياه الجارية ما قام به « باجنولد » وما قامت به « ليوبولد وولمان وملر » (١) · وكذلك من دراسات النماذج المبكرة نسبيا ما قام به « لويس » W. V. Lewis · وكانت أولى تجاربه لتوضيح تغير انحدار المجرى كنتيجة للتغير في نسبة الرمال والمياه المارة في المجرى · وقد قيس انحدار النهر النموذج بتسجيل المنسوب عند نقاط بين كل منها ١٠ سم · ومررت مياه بمعدل ١١٨ سم ٣ / ثانية · وقد أوضحت التجارب الاولى وجود انحدار بلغ ١/٣٧ للقطاع الطولى · ثم خفضت كمية المياه الى النصف وزيد الانحدار بقصد التوصل الى قطاع ثابت فبلغ الانحدار ١/٢٧ عند بلوغ مرحلة التوازن · ثم زيدت كمية الرمال الى الضعف فأصبح قطاع التوازن من ١/١٩ الى ١/٢٠ · وبتقليل كمية الرمال الى المقدار السابق لم يعد القطاع الى انحداره الاصلي ولكن بقى بمعدل ١/٢١· وربما يعزى هذا الى ضرورة توفر تيار اكبر سرعة لكي يقوم بالنحت ولا يقتصر على النقل فقط · وقد أجريت تجارب اخرى لدراسة نقط التجديد وكذلك لتاثير التقاء الروافد بالنهر الرئيسي· ومن بين النتائج التي ظهرت أثناء تجارب عن تطور الروافد أن هناك نقط تجديد تكونت بدون انخفاض في مستوى القاعدة · وهذا يعد مؤشرا الى انه ليس من الضروري أن تكون كسور الانحدار في القطاعات الطويلة للانهار الحقيقية راجعة الى انخفاض مستوى القاعدة ·

ومن التجارب الاحدث نسبيا ما قام به « ستبنجس » J. Stebbings لتبين التطورات التي تحدث في المجاري المائية في الاراضي الطمية · وقد استعمل لهذا الغرض مجرى صناعي منحدر طوله ٢٧ قدم وعرضه ٣ أقدام وعمقه ١٠ بوصات ، وقد صمم النموذج بحيث تمر المياه في دورة مقفلة ، وتم تجميع الرمال التي تنقلها المياه الى نهاية المجرى بواسطة « الفلترة » · وكانت الرمال التي استعملت في هذه التجارب ما بين ٦ر· ، ٢ر١ مم · وقد شكل مجرى مبدئي في معظم التجارب بحيث كان قطاعه العرضى بعمق ½ بوصة بالنسبة

(١) « ليوبولد ، وولمان ، وملر » ، رقم ٣١ ·

للجانبين . وقد أدى تحرك الرمال في اتجاه المصب الى زيادة الانحدار تدريجيا في هذا الاتجاه وارتبطت بذلك زيادة تدريجية في الحمولة في الجزء الادنى كما أخذ العمق يقل بزيادة اتساع المجرى . بينما حدث في الجزء العلوى من المجرى أن انعدمت كمية الحمولة بمرور الوقت نظرا لنقصان الانحدار ، بينما أخذت الحمولة تزداد في الجزء الادنى الى الحد الذي أدى الى التشعب braiding ومن نتائج هذه التجارب أيضا أنه بزيادة الانحدار حدث التفرع على مسافة أكثر بعدا عن المصب من ذى قبل . كما تبين أنه بانعدام الحمولة فقد تميز القطاع العرضي للمجرى باتخاذ شكل مقوس مستمر أعمق أجزائه في الوسط ، ولكنه تميز باتساع وضحولة أكبر قبل بدء حدوث التشعب وكانت الحمولة أقصى ما يمكن . وفضلا عن هذه النتائج فقد تبينت عدة نتائج أخرى لتجارب هذا النموذج (١) .

ولا تقتصر النماذج النهرية على أمثلة افتراضية بل يمكن عمل نماذج لاجزاء من أنهار معروفة . مثال ذلك ما تم عمله لنهر المسيسبي في منطقة قرب مدينة « كايرو » في الينوى ، لدى المحطة التجريبية للطرق المائية بالولايات المتحدة . الا أنه في مثل هذه الحال يصبح من الضروري أكثر عمل النموذج ببعض المبالغة الرأسية ، وذلك حتى يتسنى توفير بعض التسهيلات الضرورية لتشغيل النموذج . وفي مقدمة هذه التسهيلات جريان المياه ، واتخاذ مجرى محدد ، والتقليل من عيب كبر حجوم الحمولة بالنظر الى مقياس النموذج . فحبات الرمل مثلا لا يمكن تصغيرها بنفس نسبة مقياس النموذج . كما أنه من المستحسن استعمال الحجوم الصلصالية كبديل للرمال لتحقيق بعض التصغير في حجوم الحمولة بحيث ينظر الى هذه الحجوم الصلصالية كرمال مثلا .

كذلك هنالك من النماذج ما يعرف بحوض الموج wave tank لفحص فعل الموج . وقد أجريت دراسات عديدة وتجارب مختلفة في هذا المجال . ومن الدراسات النظرية التي أكدت التجارب المعملية نتائجها ما عرف من أن حركة الحبيبات بفعل الامواج تتخذ مسارات دائرية مفتوحة في المياه العميقة وأن الحبيبات لا تعود الى أماكنها الاصلية تماما . وهذا الفارق في الحركة بين الموضع الاصلي والموضع الجديد هو ما ينتج عنه نقل الارسابات . وتشكل هذه التغيرات في نمط تلك الحركة بين المياه العميقة والمياه الضحلة وعلى الاعماق المختلفة موضوعا يمكن فحصه نظريا أو معمليا بواسطة النموذج الحوض .

---

(١) أنظر «كوشلين كنج» ، رقم ٢٩ ، ص ١٩٥ ـ ١٩٦ .

وعلى سبيل الامثلة السريعـــة للنماذج ما استعمله « رسل وأوزوريو » R. Russel & J. Osorio لبعض القياسات عن الموج · وكان هذا النموذج على شكل حوض مستطيل ذي قاع ناعم · وتركت الامواج لتمر في الحوض لبعض الوقت حتى تصل الى حالة الاستقرار steady state ، ثم وضعت قطعة من مادة الصباغة في المياه ، فرسمت هذه القطعة خطا أمكن تتبعه كلما حركتها الامواج · وأخذ مسار هذا الخط كدليل على طبيعة حركة المواد في الاعماق المختلفة ·

مثال آخر هو ذلك النموذج الذي استعمله « سايبل » O. Sibul لدراسة نشأة الامواج · فقد استعمل حوضا طوله ٦٠ قدما وعمقه ١٫٢٨ قدم وعرضه قدم واحد · وقد ولدت حركة في الهواء (رياح) بواسطة مروحة خاصة ركبت عند احدى نهايتي الحوض ، وتراوحت سرعة الرياح ما بين صفر و ٥٠ قدما / ثانية · وقد سلطت الرياح على سطح الماء بانحدار طفيف (١٠/١) بحيث تلتقي مع المياه بهدوء نسبيا ، كما كان هناك منحدر تدريجي في نهاية الحوض تتكسر عليه الامواج · وأخذت قياسات مختلفة عن ارتفاع الامواج ووقت حدوثها كما أخذت بيانات عن تأثير أنواع مختلفة من القيعان · ومما أوضحته هذه الدراسة أن هناك ارتباطا بين وقت استمرار الرياح وطول الموجة ، كما ظهر ارتباط بين ارتفاع الموجة وقوة الرياح ودفعة هبوبها ·

مثال ثالث لهذا الصنف من النماذج هو ما استعمله « سافج » R P. Savage في بحثه عن تكسر الامواج على الشواطىء المختلفة · فقد استعمل حوضا بطول ٩٦ قدما وبعمق قدمين وبعرض قدم ونصف · ومن نتائج دراساته أن مياه الامواج القليلة الانحدار تصل الى مسافة أبعد مما تصل اليه الامواج شديدة الانحدار على منحدرات في حدود ٤/١ · أما الامواج شديدة الانحدار فتصل مياهها الى اكبر مسافة على منحدرات أشد في حدود ٢/١ · ومما يذكر أنه باستعمال نموذج اخر مختلف الابعاد تبين أن الامواج تصل الى مسافة أكبر في النموذج الصغير بما يتراوح بين ١٠ و ٢٠٪ على منحدرين يبلغ انحدارهما ٦/١ و ٣/١ على الترتيب ·

أما لدراسة نقل المواد بفعل الموج فقد أجريت تجارب عديدة من بينها ما قام به « باجنولد » ، وما قام به « ابن وايجلسن » T. Ippen & P. S. Eagleson وقد استعمل الاخيران مثلا بعض الكرات البلاستيكية والزجاجية لتبين طبيعة حركة الارسابات · الا انه فيما يبدو أن استعمال الرمال

الطبيعية هو بصفة عامة أكثر مناسبة في استعمال هذه المواد الصناعية · ومن نتائج تجارب « ابن وايجلسن » انه أمكن تقسيم النطاق الساحلي الى ثلاثة أقسام · القسم الاول هو قسم التوازن (التعادل) حيث لا توجد حركة للارسابات لا في اتجاه الداخل ولا في اتجاه الخارج · ثم هناك نطاق تتحرك فيه الارسابات في اتجاه اليابس ويقع هذا النطاق بعد خط تكسر الموج ناحية اليابس · ثم نطاق ثالث يقع ناحية البحر بالنسبة للنطاق الاول تتجه فيه الارسابات الى البحر · وفضلا عن هذه النتائج فهناك نتائج ودراسات أخرى كثيرة مما لا يسهل التوسع فيه هنا (١) ·

وفي نهاية الكلام عن النماذج والتجارب المتصلة بها فمما يجدر ذكره أن هذا المجال هو في هامش اختصاص الجمرفلوجي وليس في صميم اختصاصه فهو يدخل بصفة رئيسية ضمن دراسات الهندسة المدنية والهندسة المائية · ويمكن تبين ذلك لا من قلة الاعتماد نسبيا على هذه الدراسات في الجوانب الجمرفلوجية فحسب ، بل كذلك من قوائم المراجع والمصادر التي ترد في بعض الكتابات عن النماذج والتجارب المعملية المتصلة بها ·

(١) للتوسع انظر « كوشلين كنج » رقم ٢٩ ، ص ٢٠٣ ــ ٢٢١ ·

المراجع

١- ابو الحسن علي بن الحسين المسعودي (١٩٦٤) : مروج الذهب ومعادن الجوهر ، تحقيق محمد محي الدين عبد الحميد ، القاهرة ٠

٢- ابو الريحان محمد بن أحمد البيرونى (١٩٥٨) : في تحقيق ما للهند من مقولة ، الهند٠

٣- ابو بكر محمد بن الحسن بن الحاسب الكرخي (١٣٥٩ هـ) : انباط المياه الخفية ، مطبعة دار المعارف العثمانية ، حيدر آباد ، الهند ٠

٤- ابو علي الحسين بن سينا (١٩٦٥) : كتاب الشفاء ، المعادن والاثار العلوية ، القاهرة ٠

٥- اخوان الصفا (١٩٥٧) : رسائل اخوان الصفا وخلان الوفاء ، دار صادر ، بيروت ٠

٦- جودة حسنين جودة (١٩٧٠) : « طرق بحث بتروجرافية للدراسة الجيومورفلوجية » المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، ص ١ ـ ٤١ ٠

٧- ———— (١٩٦٣) « تكوينات اللويس » ، المحاضرات العامة ، الجمعية المصرية ، القاهرة ، ص ٢٧ ـ ١٢٩ ٠

٨- جورج سارتون (١٩٦٣) : تاريخ العلم ، ترجمة لفيف من العلماء ، دار المعارف بمصر ٠

٩- شريف محمد شريف (١٩٦٩) : تطور الفكر الجغرافي ، الجزء الاول مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ٠

١٠- طه محمد جاد (١٩٧٨) : تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جمرفلوجي ، (الانجلو المصرية) ، القاهرة ٠

١١- ———— (١٩٧٤) : منخفض الداخلة ـ دراسة جمرفلوجية ، رسالة دكتوراه (أوصى بنشرها)، كلية الاداب جامعة عين شمس ٠

١٢- علي السكرى (١٩٧٣) : العرب وعلوم الارض ، الاسكندرية ٠

١٣- علي عبد الوهاب شاهين (١٩٥٩) « الخريطة الكنتورية في دراسة الجيومورفولوجيا » محاضرات الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ٠

١٤- ———— (١٩٦٣) « نشأة الفكر الجيومورفولوجي وتطوره » ، محاضرات الموسم الثقافي ، الجمعية الجغرافية المصرية ص ٣٤ ـ ٦٤ ٠

١٥ـ عماد الدين محمد سلطان (١٩٦٧) : التحليل العاملى ، (دار المعارف ، القاهرة ٠

١٦ـ كيرتس لارسين (١٩٧٦) « منطقة الدلتا في بلاد ما بين النهرين ، اعادة للنظر في دراسة ليز وفالكون » ترجمة فيصل الوائلي ، مجلة كلية الاداب والتربية ، العدد التاسع الكويت ٠

١٧ـ محمد صقر خفاجة (١٩٦٦) : هردوت يتحدث عن مصر ، ترجمة محمد صقر خفاجة وشرح احمد بدوي ، دار القلم ، القاهرة ٠

١٨ـ محمد على عمر الفرا ، (١٩٧٣) : مناهج البحث في الجغرافيا بالوسائل الكمية ، (وكالة المطبوعات) الكويت ٠

١٩ـ نفيس احمد (بدون تاريخ) : جهود المسلمين في الجغرافية ٠ ترجمة فتحي عثمان ٠ (دار القلم) القاهرة ٠

٢٠ـ وولدرج ، س ٠ و ٠ ، ايست ، و٠ج ٠ (١٩٦٦) : الجغرافيا مغزاهـا ومرماها ٠ تعريب يوسف ابو الحجاج ، ومراجعة محمد محمود الصياد (الشرق بالفجالة) ٠

21 Abul-Haggag, Y., 1961. Contribution to the Physiography of Northern Ethiopia University of London, London.

22 — Bagnold, R. A., 1965, The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. (Methuen), London.

23 — Chorley, R. J., and Kennedy, B. A., 1971 'Physical Geography: A. Systems Approach.' (Prentice Hall) London.

24 — Chorley, R. J., 1970. 'The application of quantitative methods to geomorphology', pp. 147-63 in 'Frontiers in Geographical Teaching', ed. by R. J. Chorley and P. Hagget(Metheun), London,

25 — Dickinson, G. C., 1969, 'Maps and Air Photographs.' (E. Arnold), London.

26 — Hanwell, J. D., & Newson, M. D., 1973, 'Techniques in Physical Geography', London.

27 — Holmes, A., 1959, 'Principles of Physical Geology'. London.

28 — I T C (International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences) textbook of Photo-interpretation, 1968, Delft, Netherlands, chap. 7.

29 — King, C. A. M., 1967 'Techniques in Geomorphology.' (Edward Arnold), London.

30 — Leese, G. M., & Falcon, N. L., 1952, 'The Geographical History of the Mesopotamian Plains', Geogr. Journ., 118, pp.

31 — Leopold, L. B., Wolman M. G., and Miller, J.P., 1964, 'Fluvial Processes in Geomorphology, (Freeman) San Francisco.

32 — Nieuwenhuis, J. D., and von den Berg, J. A., 1971, 'Slope investigation in the Morvan (Haut Folin Area)', Rev. Geomorph. Dyn., 20, pp. 161-76.

33 — Ordway, R. J., 1971. 'Earth Sciences,' (East — West Press), Bombay.
34 — Savigear, R. A. G., 1967, 'On surveying slope profiles', Rev, Geomorph. Dyn., 17, pp. 153-4.
35 — ———————— 1965. 'A technique of morphological mapping'. Ann. Assoc., Amer, Geogr., 55, pp. 514-38.
36 — Schwarzbach, M, 'Climates of the Past', (Translated from German 1963), ed. by R. W. Fairbridge, (Nostrand), London,
37 — Small, R. J., 1972. 'The Study of Landforms', (University Press) Cambridge.
38 — Strahler, A. N., 1963. 'The Earth Sciences', (Harper & Row), N, Y.
39 — Wrigley, E. A., 1970, 'Changes in the philosophy of geography', pp. 3-20 in 'Frontiers in Geographical Teaching', ed. by R. J. Chorley and P. Hagget, (Metheun), London.
40 — Young, A., 1971, Slope profile analysis: the system of best units, in Slope Form and Processes', Special Publ. 3, Inst. Br. Geogr,, pp, 1-13.
41 — Wooldridge, S. W. and Morgan, R. S, 1962, 'An Outline Geomorphology', London.

المحتوى

ادارة مطبعة الجامعة